LES GAZOGÈNES ET L'AUTOMOBILE

PAR

HENRI PETIT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
RÉDACTEUR EN CHEF DE " LA TECHNIQUE AUTOMOBILE ET AÉRIENNE "

Cours d'automobile

Extrait de " *LA VIE AUTOMOBILE* "

PARIS

DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

1941

I.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

Le cours d'automobile que *La Vie Automobile* publie chaque année va être consacré en 1941 à l'étude des gazogènes et des véhicules équipés avec ces appareils. La question on le sait est d'actualité.

Il nous a paru utile de consacrer notre Cours aux gazogènes, non seulement parce que, ainsi que nous l'avons dit, c'est une question d'actualité, mais encore parce que beaucoup de conducteurs très versés dans la conduite et l'entretien des véhicules à essence ou à gas oil ignorent tout du gazogène et n'ont pas toujours la possibilité de se documenter d'une façon suffisante, quoique élémentaire, dans la littérature qui est consacrée aux gazogènes.

Il s'agit donc ici, non pas d'un savant traité, mais d'un cours purement élémentaire qui n'a d'autre ambition que de chercher à donner à un conducteur connaissant déjà le moteur et la voiture, la possibilité de se débrouiller avec un véhicule à gazogène et de se tirer d'affaire dans les circonstances normales où il peut se trouver. Ce cours sera donc éminemment pratique et ne contiendra aucune spécification d'ordre théorique.

CHAPITRE I[er]

LE GAZOGÈNE ET L'UTILISATION DES COMBUSTIBLES SOLIDES

On a cherché depuis bien longtemps à utiliser directement des combustibles solides dans les moteurs à explosion. Malgré quelques tentatives heureuses faites ces temps derniers en Allemagne où l'on a réussi à faire marcher des moteurs fixes avec du charbon pulvérisé, on doit avouer que le problème est encore très loin d'être résolu pour les moteurs de véhicules automobiles.

Et, cependant, le combustible solide est très séduisant parce qu'on en trouve partout dans la nature sous forme de bois, ou après une transformation facile, le charbon de bois, ou enfin le charbon minéral.

On a tourné la difficulté en transformant d'abord le combustible solide en un gaz combustible, c'est ce gaz qu'on envoie dans le moteur, mélangé convenablement avec l'air atmosphérique avec lequel il forme un mélange combustible et on arrive ainsi à remplacer l'essence.

La transformation du bois ou du charbon en gaz combustible se fait dans un appareil qui a reçu le nom de gazogène.

Les gazogènes existent depuis fort longtemps et sont utilisés pour l'alimentation des moteurs fixes. Dans ce cas, ce sont des appareils importants, lourds et encombrants qui sont établis dans des massifs de maçonnerie et qui sont généralement alimentés par de l'anthracite ou du charbon maigre.

Les moteurs qu'ils alimentent sont eux-mêmes des moteurs fixes à très grosse cylindrée et à faible vitesse de rotation.

On conçoit que le gazogène pour automobile doive être exécuté sous une forme très différente, puisqu'il doit être installé à bord du véhicule. Il sera donc aussi léger que possible et peu encombrant. Il devra en outre être d'une robustesse suffisante pour ne pas se détériorer par les chocs de la route.

Nous verrons tout à l'heure comment le bois ou le charbon de bois se transforment dans un gazogène. Nous constaterons que le gaz produit entraîne avec lui à la sortie de l'appareil un assez grand nombre d'impuretés, en particulier des cendres. Sous peine de voir le moteur s'user rapidement si on introduit dans ses cylindres des particules solides, on devra nettoyer aussi parfaitement que possible le gaz du gazogène et aussi le refroidir.

Ces deux opérations se font dans une série d'appareils auxiliaires, dépoussiéreur, refroidisseur, filtre, qui font d'une installation de gazogène, une véritable petite usine.

Les combustibles pour gazogènes.

On peut alimenter, avons-nous dit, un gazogène avec un grand nombre d'espèces de combustibles. Mais l'expérience a montré que ce qu'il y avait de plus avantageux pour faire marcher un gazogène automobile, c'était le bois bien sec, le charbon de bois sous forme brute ou comprimée, éventuellement l'anthracite et les charbons maigres ou le coke.

Dans la grande crise qui a suivi la fin des hostilités, la France s'est trouvée à peu près sans moyens de transport parce que l'essence avait presque complètement disparu de notre marché. On s'est donc trouvé dans cette nécessité urgente : créer immédiatement des moyens de transport pour ravitailler la population : transporter dans les villes les produits comestibles tirés des campagnes, faire circuler dans tout le pays les matériaux de construction et diverses marchandises.

La solution du gazogène était connue depuis plusieurs années déjà.

Le combustible le plus immédiatement disponible et en grande quantité était le bois. On a donc pensé que, pressé par les circonstances, on ne pouvait mieux faire que de créer une industrie de fabrication de charbon de bois qui alimenterait les moteurs des camions.

On estime que la forêt française peut fournir à l'automobile de 600.000 à un million de tonnes de charbon de bois par an. Les estimations varient assez largement on le voit. De nombreux ateliers d'abattage et de carbonisation sont déjà en fonctionnement dont le nombre et l'activité augmentent tous les jours. On peut donc compter sur un approvisionnement et une distribution suffisante de charbon de bois pour alimenter les

gazogènes. Le seul combustible qui sera distribué officiellement est le charbon de bois.

Toutefois, les particuliers ou les sociétés qui possèdent des forêts ou des exploitations de bois, peuvent préférer utiliser directement le bois avant carbonisation. Aussi, les gazogènes de camions sont-ils actuellement alimentés soit au bois, soit au charbon de bois.

Il ne faudrait d'ailleurs pas croire que le même gazogène peut indifféremment recevoir n'importe quel combustible.

Les gazogènes à bois doivent être conçus et étudiés spécialement pour le bois ; ils pourraient il est vrai être alimentés au charbon de bois, mais présenteraient alors une complication non indispensable.

Les gazogènes à charbon de bois ne peuvent brûler eux, que du charbon de bois qui peut éventuellement être mélangé d'un peu d'anthracite. En aucun cas ils ne peuvent utiliser le bois.

Nous nous bornerons donc dans ce qui va suivre à l'examen des gazogènes à charbon de bois tout en disant quelques mots des gazogènes à bois dont on trouve un assez grand nombre d'applications.

Les caractères du combustible pour gazogènes.

Un combustible est caractérisé par certaines qualités qu'il faut connaître, ne serait-ce que pour comprendre les termes employés par les spécialistes.

Une première caractéristique est la densité ou le poids spécifique qui, dans le système métrique s'exprime par le même nombre. Le poids spécifique c'est le poids que pèse un décimètre cube du combustible.

Plus un combustible est dense, moins il tient de place pour un même poids. Il faut cependant distinguer la densité réelle de la densité apparente appelée quelquefois densité de chargement.

Si nous prenons un morceau de charbon, que nous déterminions son volume et que nous le pesions, on aura sa densité en divisant le poids par le volume; on constatera par exemple que le charbon de terre pèse à peu près 3 kilogrammes au décimètre cube. Mais si nous empilons un certain nombre de morceaux de charbon dans un seau et que nous fassions le quotient du poids du contenu du seau pour son volume, nous allons obtenir un nombre inférieur au précédent. En effet, dans le seau il y a du plein et du vide, et nous n'aurons dans cette seconde opération que la densité apparente du contenu ou densité de chargement.

La densité réelle intéresse la consommation et par conséquent le prix de revient du fonctionnement du camion puisqu'on paie le charbon au poids. La densité de chargement détermine le poids de charbon qu'on pourra emporter dans un volume déterminé, c'est-à-dire le rayon d'action du véhicule.

Au point de vue utilisation, certaines qualités du charbon vont nous intéresser. Il y a d'abord ce qu'on appelle la réactivité.

Un charbon est dit réactif quand les réactions auxquelles il est soumis dans le gazogène sont rapides. En général un charbon sera d'autant plus réactif qu'il est plus poreux. La

réactivité est une qualité à rechercher dans un charbon.

La porosité n'est d'ailleurs pas la seule condition d'une bonne réactivité : le charbon de bois qui est très poreux absorbe dans ses pores un grand volume de gaz ou d'eau suivant le milieu dans lequel il a été plongé au moment de sa fabrication. S'il est chargé de gaz combustible, il va être très réactif. Si au contraire, il est chargé d'humidité, il le sera fort peu. Un bon combustible doit donc être sec et autant que possible imprégné de gaz combustible.

L'inflammabilité se définit d'elle-même ; c'est la facilité d'inflammation du charbon.

Une bonne inflammabilité permet des allumages rapides du gazogène et, en général, de bonnes reprises après le ralenti.

Vient ensuite la combustibilité qui est la propriété que présente un charbon de brûler facilement en produisant de l'anhydride carbonique.

Enfin, une autre qualité du combustible et particulièrement du charbon de bois c'est la résistance à l'écrasement : un bon charbon devra donc ne pas donner trop de poussière ni de morceaux très fins lorsqu'il est transporté dans un véhicule et soumis par conséquent à des chocs prolongés.

Nous citerons encore parmi les qualités du charbon de bois l'homogénéité ; le charbon doit être homogène ; c'est-à-dire semblable à lui-même dans tous ses morceaux. En particulier, il ne doit pas contenir de bois incomplètement carbonisé, ce qu'on désigne sous le nom de fumerons.

Pour être utilisé dans un gazogène, le charbon de bois doit se présenter en morceaux de dimensions bien déterminées. On distingue deux qualités de charbons de bois : le charbon fin dont les morceaux ont de 10 à 30 millimètres dans leur dimension maximum et le charbon moyen qui va de 30 à 70 millimètres ; la dimension à utiliser dépend du gazogène où le charbon devra brûler ; le bois est lui-même soumis à certaines obligations du point de vue dimensions. Un gazogène alimenté avec du bois trop gros brûle mal ; le bois s'écoule difficilement dans les trémies et s'accroche comme on dit, sur les parois, laissant ainsi éteindre le feu avant que la trémie ne soit vide.

En trop petits morceaux, le bois oppose une grande résistance au passage de l'air et des gaz et brûle mal. Les morceaux de bois doivent avoir entre 30 et 80 millimètres dans leurs dimensions moyennes.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

I. — Le gazogène et l'utilisation des combustibles solides (suite).

Nous ne disons rien des autres combustibles.

Un mot cependant sur les agglomérés qui sont analogues aux boulets bien connus pour le chauffage.

Ces boulets sont faits avec du charbon de bois préalablement pulvérisé et aggloméré au moyen d'un liant. Ce liant peut être du brai extrait de la houille ou des goudrons provenant de la distillation du bois. Les agglomérés présentent sur le charbon de bois l'avantage d'être tous de même dimension, de ne pas donner de poussière pendant le transport et de brûler plus régulièrement. Ils coûtent plus cher et leur fabrication ne peut naturellement se faire qu'avec un outillage spécial.

Dans certains agglomérés on trouve une proportion plus ou moins grande de charbon minéral (anthracite ou charbon maigre) qui donne au charbon un pouvoir calorifique plus élevé.

Nous en avons terminé avec les combustibles, bien qu'il y ait sans doute beaucoup à dire encore sur ce chapitre, mais répétons-le, nous voulons rester dans le domaine élémentaire de l'utilisation courante des gazogènes dont nous aborderons l'étude dans un prochain chapitre.

II. — La chimie du gazogène.

Le titre de ce chapitre est peut-être un peu prétentieux. C'est cependant celui qui nous a paru le mieux résumer ce que nous avons l'intention de dire.

Nous allons exposer dans ce qui va suivre les différentes réactions qui se passent à l'intérieur d'un gazogène. Autrement dit, connaissant ce qu'on met dans le gazogène, nous allons voir d'abord ce qui va en sortir et ensuite quels sont les produits qu'il convient d'éliminer avant l'accès au moteur et par quels moyens cette élimination va pouvoir être faite.

ALIMENTATION DU GAZOGÈNE

Nous avons, dans le précédent chapitre, examiné rapidement les différents combustibles qui pouvaient alimenter un gazogène. Rappelons-les par ordre d'importance du point de vue utilisation actuelle.

1° Charbon de bois ;
2° Bois sec ou torréfié ;
3° Charbon minéral.

L'élément actif de tous ces combustibles c'est le carbone qui entre pour une part très importante dans la constitution de chacun d'eux et en particulier dans celle du charbon de bois.

Le carbone n'est d'ailleurs pas le seul constituant du combustible du gazogène ; on y rencontre également de l'eau soit sous forme d'humidité, soit sous forme d'élément de constitution ; le charbon de bois qui sort du four de carbonisation ne contient pratiquement pas d'eau. Mais il suffit qu'il ait été exposé quelque temps dans une atmosphère humide pour s'en imprégner.

Le bois dit sec (c'est-à-dire coupé depuis un an au moins) contient encore environ 30 p. 100 de son poids d'eau.

Enfin les combustibles contiennent également des éléments minéraux, silice, chaux, etc., que l'on retrouvera sous forme solide à la sortie, c'est-à-dire sous forme de cendre.

Dans le générateur, le combustible porté à l'incandescence est mis en présence de l'air atmosphérique. Celui-ci contient comme on sait 1/5 d'oxygène et 4/5 d'azote et de gaz inertes, plus une quantité non négligeable de vapeur d'eau. Dans certains gazogènes d'ailleurs, on introduit systématiquement en plus de l'air, de la vapeur d'eau.

C'est donc un élément dont nous devrons tenir compte.

On s'arrange pour que l'oxygène de l'air n'arrive sur le charbon qu'en proportion insuffisante pour le brûler complètement. Dans ces conditions, le charbon va s'allier à l'oxygène en donnant comme produit de l'oxyde de carbone suivant la réaction chimique bien connue :

$$C^2 + O^2 = 2CO$$

Quoiqu'on fasse et si bien réglé soit le gazogène, il y aura toujours, au voisinage immédiat de la zone où l'air arrive, un excès d'oxygène. Par suite, dans cette région, ce n'est plus de l'oxyde de carbone qui se formera, mais de l'anhydride carbonique suivant la réaction :

$$C^2 + 2O^2 = 2CO^2.$$

Cet anhydride carbonique entraîné sur du charbon incandescent va se réduire, c'est-à-dire céder une partie de son oxygène au carbone, se transformant ainsi en oxyde de carbone suivant la réaction :

$$2\,CO^2 + C^2 = 4CO.$$

La vapeur d'eau qui passe sur le charbon incandescent va perdre son oxygène au profit de celui-ci en libérant de l'hydrogène avec de l'oxyde de carbone produit de la combustion suivant la réaction :

$$2\,H^2O + C^2 = 2H^2 + 2CO.$$

Il se dégagera donc finalement du gazogène les gaz combustibles : oxyde de carbone (CO) et hydrogène (H^2).

Bien entendu, comme on n'introduit pas, dans le gazogène, de l'oxygène pur mais de l'air qui contient de l'azote, celui-ci va passer sans modification dans le gazogène et se retrouver à la sortie. Les gaz combustibles vont donc se trouver largement dilués dans de l'azote inerte.

Telles sont les réactions principales. Mais elles ne sont pas les seules.

Au voisinage du foyer du gazogène où règne une température élevée, il y a une zone moins chaude où le combustible (surtout le bois) va subir un commencement de distillation. Or, le bois en distillant laisse dégager de la vapeur d'eau des goudrons, de l'acide acétique, de l'alcool méthylique et divers autres produits. Les gazogènes à bois sont disposés comme nous le verrons plus tard, de telle façon que les produits de la distillation du bois sont obligés de traverser la zone incandescente du foyer où ces produits se décomposent à leur tour, plus ou moins complètement.

En particulier des goudrons brûlent, en donnant naissance à de l'oxyde de carbone. La vapeur d'eau agit comme nous l'avons vu plus haut ; d'autres produits passent plus ou moins complètement sans modification et vont se retrouver dans le gaz à la sortie.

REFROIDISSEMENT ET PURIFICATION DU GAZ

Bien entendu, pendant la combustion, le gaz s'est fortement échauffé ; il va donc sortir du gazogène des gaz très chauds à 6 ou 700 degrés (et même parfois davantage), gaz composés des éléments suivants : azote, oxyde de carbone, hydrogène, vapeur d'eau, acide acétique, quelques éléments de goudron ; un peu d'acide carbonique et d'oxygène ; ces gaz entraînent avec eux des éléments solides à l'état pulvérulent et en particulier des cendres. On ne saurait naturellement admettre dans le moteur un mélange aussi complexe dont certains éléments auraient un effet immédiatement nuisible sur les organes des cylindres et des pistons.

D'autre part, on a intérêt comme nous le verrons plus tard, pour obtenir du moteur la plus grande puissance possible, à y faire pénétrer les gaz à température aussi basse qu'on le peut. Un double problème va donc se poser : refroidir les gaz et les purifier. Pendant le refroidissement, la température va baisser et les produits condensables tels que la vapeur d'eau et quelques goudrons vont se liquéfier, partiellement tout au moins. L'acide acétique restera en dissolution dans l'eau et se déposera également. Le refroidissement va donc se compliquer du phénomène de purification, puisqu'il permettra aux éléments peu volatils de disparaître en assez grande quantité.

Les gaz refroidis contiennent encore une proportion non négligeable de cendres d'humidité et de goudrons (ce dernier produit étant important surtout quand le combustible utilisé est le bois ou le charbon minéral). On va purifier ces gaz de façon à leur enlever tous les éléments solides ou liquides.

Cette purification va se faire dans une série d'épurateurs et de filtres et ce n'est qu'après avoir traversé cet appareil que les gaz arriveront finalement dans l'aspiration du moteur.

III. — Anatomie d'une installation d'un gazogène

De ce que nous venons de dire on peut déduire l'agencement général d'une installation de gazogène à bord d'un véhicule. Nous aurons d'abord le réservoir à combustible, puis le générateur proprement dit où vont se faire les réactions dont nous avons parlé plus haut. Très généralement, réservoir à combustible et foyer se trouvant réunis dans un seul organe qu'on appelle gazogène proprement dit ou générateur. Le combustible est emmagasiné à la partie supérieure du générateur qui a très fréquemment la forme d'un cylindre à axe vertical et à la partie inférieure duquel se trouve le foyer. Le combustible descend par son propre poids, aidé par les trépidations du véhicule pour alimenter le foyer. L'air pénètre dans le gazogène et arrive au foyer soit par en-dessus (gazogène à combustion renversée), soit par en-dessous (gazogène à combustion directe), il peut pénétrer dans le foyer par une zone périphérique où il est conduit par des tuyaux de faible longueur appelés tuyères.

En dessous du foyer, est généralement placée une grille au-dessous de laquelle se déposent les cendres. Le générateur porte une ouverture à la partie supérieure qui sert au chargement. A la partie inférieure et à la hauteur du foyer ou plutôt en dessous de celui-ci se trouve une porte de visite et de nettoyage.

Les gaz sortent du générateur par une tuyauterie appropriée et arrivent dans les appareils laveurs et refroidisseurs.

Les refroidisseurs sont placés sur le camion en un endroit largement balayé par l'air extérieur, soit très fréquemment sous le châssis, soit quelquefois au-dessus de la carrosserie.

Dans les laveurs qui offrent toujours aux gaz une très large section de passage, ces gaz perdent de leur vitesse et laissent par suite déposer les particules solides les plus grosses qu'ils ont entraînées ; ce dépôt est facilité par le fait qu'on dispose généralement dans le refroidisseur des chicanes qui obligent les gaz à changer plusieurs fois de direction et à frapper chaque fois une surface solide sur laquelle viennent se déposer les impuretés.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

III. — Anatomie d'une installation d'un gazogène *(suite)*

Sortant du refroidisseur, les gaz pénètrent dans l'épurateur. Les épurateurs ne sont somme toute autre chose que des filtres disposés et agencés de façon variée.

Très fréquemment le premier filtre est constitué par un amoncellement de matériaux inertes laissant entre eux d'assez larges intervalles de passage : tels par exemple des morceaux de charbon ou des anneaux Raschig.

Ces anneaux Raschig dont on parle beaucoup quand il s'agit d'épurateurs de gazogènes ne sont autre chose que des petits cylindres en tôle dont la hauteur est à peu près égale au diamètre ; ces dimensions étant de 2 ou 3 centimètres.

Après ce premier filtrage grossier, le gaz traversent des filtres dont la constitution varie suivant la nature du combustible. Dans les gazogènes à bois où il y a beaucoup de goudrons entraînés, le gaz passe dans des récipients contenant du liège pulvérulent ou telle autre matière analogue.

Enfin l'épuration se termine par le passage du gaz à travers des tissus où se déposent les dernières impuretés.

A la sortie de l'épurateur se trouve un filtre en toile métallique dit filtre de sécurité qui joue un double rôle. D'abord il arrête les dernières impuretés qui se trouveraient dans le gaz si par exemple l'un des éléments du filtre en tissu se trouvait crevé et ensuite, les toiles métalliques empêchent la flamme de se propager dans les épurateurs et les refroidisseurs en cas de retour de flamme au moteur.

Après le filtre de sécurité, le gaz s'engage dans une tuyauterie qui arrive dans un mélangeur placé sur la tuyauterie d'admission du moteur, ce mélangeur joue vis-à-vis du gaz le même rôle que le carburateur dans un moteur à essence : le mélangeur comporte en effet en principe trois orifices : un orifice d'arrivée de gaz, un orifice de prise d'air atmosphérique et un orifice de sortie du mélange de gaz combustible et d'air qui va directement aux cylindres.

On lui adjoint souvent un carburateur à essence qui sera utilisé comme nous le verrons plus tard pour la mise en route.

De même qu'une cheminée ou un poêle ne peut fonctionner que s'il y a comme on dit du tirage, c'est-à-dire si l'air circule à travers le combustible, de même le gazogène exige que l'air soit mis en mouvement depuis

l'atmosphère jusqu'au mélangeur. Le mouvement est provoqué par l'aspiration du moteur lorsque celui-ci est en marche.

Mais au moment où on veut allumer le gazogène, le moteur est naturellement immobile. Il faut donc provoquer le déplacement de l'air par un moyen auxiliaire. On peut pour cela utiliser deux procédés : mettre le moteur en marche avec de l'essence si l'on dispose de carburant et ensuite ouvrant l'admission des gaz, provoquer un courant d'air dans le gazogène, ce qui permettra d'allumer celui-ci, d'aviver sa combustion jusqu'au moment où il fournira du gaz de bonne qualité.

Si l'on ne dispose pas d'essence, on placera sur la tuyauterie de sortie de gaz du générateur un ventilateur commandé soit à bras soit, plus généralement, par un moteur électrique alimenté lui-même par la batterie d'accumulateurs ; ce ventilateur aspire le gaz dans le générateur et le refoule dans l'atmosphère au moyen d'une tuyauterie spéciale fermée par un papillon : pour démarrer, on ouvre la tuyauterie d'échappement du ventilateur et lorsque le générateur est allumé et en fonctionnement, on ferme ce papillon en envoyant le gaz au moteur que l'on peut alors mettre en route.

L'installation du gazogène sur un véhicule constitue, on le voit, une véritable petite usine où l'on retrouve à peu de chose près tous les éléments d'une usine à gaz. Nous verrons, dans les chapitres qui suivront comment sont constitués chacun de ces éléments et nous étudierons d'un peu plus près leur fonctionnement.

Nous aurons l'occasion de constater que l'ingéniosité des inventeurs de gazogènes s'est donné libre carrière, puisqu'à l'heure actuelle, on compte en France, une bonne centaine de modèles de gazogènes, mais tous quels qu'ils soient comportent les éléments que nous venons d'énumérer. Seule la constitution interne de chacun d'eux varie, leur agencement général restant en principe toutjours le même.

Ce qui varie, aussi c'est l'emplacement des appareils sur le châssis. Pour fixer cet emplacement, on s'inspire naturellement des facilités plus ou moins grandes que peut présenter le châssis ou la carrosserie.

Sur un camion l'installation est en général assez facile parce qu'on dispose de place et qu'on peut au besoin sacrifier un peu de la place utilisable de la carrosserie.

Sur un autocar, le problème est un peu plus difficile parce que la question d'esthétique intervient et qu'on cherche en général à cacher les appareils sous les tôles de la carrosserie.

Ces préoccupations sont plus importantes encore en matière de voitures de tourisme et la difficulté est maximum. On ne dispose en effet que de peu de place et on est souvent très gêné pour loger des appareils de dimension suffisante. Les emplacements utilisés sur les voitures de tourisme sont : ou bien dans les ailes avant de part et d'autre du capot ce qui entraîne naturellement des travaux assez importants de carrosserie. Ou bien dans la malle arrière qui est alors sacrifiée complètement en tant que compartiment à bagages. On est d'ailleurs en général, obligé d'augmenter assez fortement son

volume par l'adjonction d'un panneau arrière de forme appropriée.

Enfin, une autre solution qui présente d'assez nombreux avantages consiste à grouper tous les éléments de l'installation sur une remorque à une ou deux roues, qui vient s'atteler derrière la voiture et qui lui est reliée par un système d'attelage et par un tuyau flexible qui amène le gaz. La solution de la remorque présente l'inconvénient de rendre la voiture moins maniable dans les manœuvres et de coûter plus cher. Accessoirement et par les temps qui courent, elle présente également un inconvénient assez sérieux qui est d'exiger la présence d'une ou deux roues et par conséquent d'un ou deux pneus supplémentaires.

IV. — Consommation et puissance

Lorsqu'on se contente de substituer une installation de gazogène au carburateur à essence dans un véhicule automobile, on constate que la puissance du moteur se trouve très sensiblement réduite : c'est le point qui frappe le plus les utilisateurs des véhicules transformés.

Nous examinerons tout à l'heure les causes de cette diminution de puissance et les dispositions propres à y remédier au moins partiellement.

D'autre part, il est intéressant de connaître, connaissant la consommation en essence d'un véhicule déterminé, quelle sera la consommation en charbon de bois du même véhicule alimenté par un gazogène.

Nous allons examiner successivement ces deux points avec un peu d'attention car des confusions sont souvent faites entre ces deux éléments de l'utilisation : consommation et puissance.

Pouvoir calorifique et consommation.

Rappelons la définition du pouvoir calorifique : si l'on fait brûler dans de l'oxygène un kilo de combustible, et si l'on recueille toute la chaleur dégagée par la combustion, on peut mesurer cette chaleur dans un calorimètre. Le nombre des calories dégagées dans la combustion d'un kilo de combustible s'appelle le pouvoir calorifique de ce combustible. (1)

Comme l'énergie mécanique fournie par un moteur provient de la transformation de l'énergie calorifique du combustible, la quantité d'énergie mécanique ou travail fourni par le moteur sera, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle au pouvoir calorifique du combustible utilisé ; le poids de celui-ci étant supposé constant.

Le charbon de bois utilisé dans les gazogènes a un pouvoir calorifique d'environ 6.000 calories au kilo. Mais le charbon de bois n'est pas brûlé

(1) Rappelons en passant que la grande calorie est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un kilo d'eau pour porter sa température de 0° C à 1° C ou, approximativement pour élever sa température d'un degré.

directement dans le moteur : il est l'objet d'un certain nombre de transformations chimiques, dans le gazogène transformations que nous avons examinées au cours d'un précédent chapitre. Sans entrer dans plus de détails, disons que pour remplacer un litre d'essence, il faut environ un kilo de charbon de bois. On pourra donc dire en gros qu'un véhicule, après transformation consommera autant de kilos de charbon de bois qu'il consommait d'essence pour parcourir la même distance dans les mêmes conditions. En réalité, la consommation exacte en charbon de bois dépend pour une part assez large, de la qualité du gazogène qui peut avoir un rendement plus ou moins bon, suivant les soins apportés à sa construction et à son montage. Le chiffre d'un kilo de charbon pour un litre d'essence peut être considéré comme un minimum pratique.

Puissance.

La consommation, nous venons de le voir, est d'autant plus grande que le pouvoir calorifique est plus faible. Il n'en est pas de même de la puissance, car, ici, une autre considération intervient. La puissance du moteur dépend essentiellement du travail effectué par la combustion et l'unité de volume du mélange combustible introduit dans le cylindre. A vitesse de rotation et à rendement égal, la puissance du moteur sera proportionnelle à l'énergie contenue dans un litre de mélange combustible.

Le mélange introduit dans le cylindre contient le combustible, le comburant qui est l'oxygène et une certaine quantité de gaz inerte comprenant d'une part l'azote de l'air et, lorsqu'il s'agit du gaz de gazogène, l'azote qui a traversé le gazogène en même temps que l'oxyde de carbone.

La proportion de combustible et d'air formant le mélange théorique est déterminé par l'équation chimique de combustion ; elle peut être calculée à l'avance. L'expérience prouve d'ailleurs que pour certains combustibles et plus particulièrement pour les combustibles liquides, il faut augmenter dans un certain rapport la proportion théorique d'air pour obtenir une combustion complète. Avec l'essence, on admet que l'air réel doit être dans un rapport de 1,2 à 1,3 avec l'air théorique.

(A suivre).

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

IV. — Consommation et puissance *(Suite)*

Pour comparer la puissance du moteur à essence avec la puissance qu'il donnera lorsqu'il sera alimenté par un gazogène, on doit donc connaître l'énergie calorifique contenue dans un litre (ou un mètre cube) d'air mélangé d'essence d'une part et d'air mélangé de gaz de gazogène d'autre part ; l'air carburé à l'essence contient environ 850 calories au mètre cube ; l'air carburé avec le gaz de gazogène n'en contient que 600. Par conséquent, si l'on se borne à effectuer une simple substitution d'une installation de gazogène au carburateur à essence, le moteur, après transformation, donnera une puissance qui sera d'environ 40 p. 100 inférieure à celle qu'il donnait auparavant.

Une perte de puissance aussi importante modifie profondément les conditions d'utilisation d'un véhicule, surtout quand, comme c'est le cas, il s'agit d'un véhicule de poids lourd. Dans les voitures de tourisme légères, en effet, le moteur a toujours une puissance surabondante et la perte de puissance ne se traduit que par une diminution relativement faible de la vitesse maximum et par une aptitude un peu moins grande à monter les côtes. Cela, parce qu'on n'utilise qu'exceptionnellement, dans une voiture à essence, la puissance maximum du moteur.

Dans un camion, au contraire, qui circule en charge, la puissance maximum du moteur est très fréquemment demandée, soit pour la marche en palier sous très forte charge, soit pour l'ascension des rampes. Les conditions d'exploitation vont donc se trouver profondément modifiées et il pourra se faire qu'un véhicule transformé ne puisse plus assurer, après transformation, le service qu'on lui demandait lorsqu'il marchait à l'essence. C'est là un des déboires souvent subis par les utilisateurs de véhicules transformés pour marche au gazogène.

Comment atténuer la perte de puissance.

Il est donc de tout intérêt de chercher à atténuer autant que possible la perte de puissance provoquée par l'alimentation au gaz pauvre.

La puissance du moteur est égale, on le sait, à la pression moyenne développée pendant la course motrice du piston multipliée par la vitesse de rotation.

Deux moyens se présentent donc à nous pour augmenter la puissance :

à savoir, augmenter la vitesse de rotation ou augmenter la pression moyenne.

On pourra augmenter la vitesse de rotation en cherchant la démultiplication de la transmission et en faisant par conséquent tourner le moteur plus vite. Ce moyen n'est d'ailleurs pas toujours applicable parce que l'alimentation en gaz pauvre du moteur est parfois incompatible avec la marche à grande vitesse. Nous devrons donc nous attacher surtout à l'augmentation de la pression moyenne.

En indiquant la règle que nous venons d'énoncer, nous avons sous-entendu qu'on ne modifiait rien aux dimensions du moteur. Il est bien évident que si l'on augmente la cylindrée de celui-ci, on augmentera dans la même proportion l'énergie calorifique contenue dans chacun des cylindres et que, par conséquent on pourra, en choisissant convenablement la cylindrée nouvelle, retrouver la puissance que le moteur donnait avec sa cylindrée primitive lorsqu'on l'alimentait à l'essence. Plusieurs constructeurs qui livraient avant la guerre des modèles de camions à l'essence ou au gazogène avaient prévu pour cette dernière application des cylindres plus gros sur le même carter.

D'autres substituaient au moteur à essence un autre moteur de dimension plus importante. Cette dernière solution était évidemment la meilleure du point de vue constructif, bien que l'autre put se défendre.

A l'heure actuelle, le problème qui se pose le plus souvent, c'est la transformation d'un véhicule existant fabriqué primitivement avec un moteur à essence ou un moteur Diesel et son adaptation à la marche au gazogène. Nous allons donc envisager ce cas, plutôt que la création d'un véhicule nouveau conçu pour marcher au gazogène, problème qui est essentiellement du domaine du constructeur.

L'adaptateur à qui on pose le problème de transformer un véhicule devra donc envisager la possibilité de changer le cylindre du moteur ; il le fera s'il peut trouver chez le constructeur ou chez des industriels fabriquant des pièces dites adaptables des cylindres de plus gros alésage s'adaptant au moteur considéré. Puisque la diminution de puissance correspond au rapport de 850 à 600, la cylindrée à adopter devra être, avec la cylindrée primitive, dans le même rapport, soit de 850 à 600. C'est-à-dire qu'il faudra augmenter d'à peu près 50 p. 100 la cylindrée primitive. En général, une augmentation aussi importante n'est pas possible sans modifier profondément l'architecture du moteur. On devra se borner à une augmentation plus faible.

Bien entendu, lorsqu'on remplace le cylindre par un cylindre plus gros, on devra également changer les pistons ; on peut se demander si ce changement n'entraînera pas à des frais trop considérables : cependant, on devra penser que quand il s'agit de faire l'adaptation d'un véhicule pour la marche au gazogène, on est trop souvent amené à effectuer une véritable revision mécanique comportant entre autre choses le réalésage des cylindres plus ou moins ovalisés. Or, ce réalésage entraîne toujours un changement de pistons.

Augmentation de la pression moyenne.

L'élément de la construction du moteur qui a le plus d'influence sur la valeur de la pression moyenne et aussi sur le rendement c'est le rapport de compression, autrement dit le rapport du volume de la cylindrée totale y compris celui de la chambre de compression au volume de celle-ci, rapport que l'on désigne généralement par la lettre ρ et qui est égal à :

$$\frac{V + v}{v}$$

Pour augmenter ce rapport, deux solutions existent : augmenter V, c'est-à-dire la cylindrée, ou diminuer v, c'est-à-dire la chambre de compression. Si l'on conserve la même cylindrée on ne pourra augmenter V que dans une très faible mesure. On le fera en réalésant le cylindre, par exemple, d'un millimètre sur le rayon, ce qui est beaucoup. On obtiendra cependant ainsi un résultat déjà appréciable, résultat double, puisque d'une part, on a augmenté le volume des gaz absorbés et, d'autre part, on a augmenté la valeur de ρ.

Quand les cylindres comportent les chemises rapportées du type mouillé, on pourra souvent changer ces chemises, ce qui est moins onéreux que de changer le cylindre.

Mais le moyen le plus usuel de modifier le rapport volumétrique, c'est de diminuer v. Plusieurs possibilités s'offrent pour atteindre ce but. Citons-les. Nous en discuterons ensuite.

1° Diminution de hauteur de la culasse ;

2° Rabotage du cylindre en haut ou en bas ;

3° Changement de piston ;

4° Recharge des fonds de pistons ou du fond de culasse.

Voyons quelle est la valeur de chacune de ces solutions.

I. — Diminution de hauteur de la culasse.

La plupart des modèles actuels ont une culasse rapportée.

On pourra aisément réduire le volume de la chambre de compression contenue dans la culasse en rabotant celle-ci sur sa face inférieure ; ce rabotage devra être assez modéré pour ne pas compromettre la solidité des parois qui vont se trouver ainsi réduites. 2 millimètres paraissent être un maximum, surtout avec les culasses aluminium, moins résistantes mécaniquement que les culasses fonte.

On arrivera au même résultat en remplaçant le joint de culasse normal du moteur qui a en général 2 millimètres d'épaisseur, par un joint plus mince que l'on pourra généralement trouver chez les fabricants de joints.

En diminuant la hauteur de la culasse on devra prendre garde de laisser au-dessus des soupapes, dans leur position d'ouverture, un espace libre d'au moins trois millimètres. S'il n'en était pas ainsi, on serait amené à faire un chambrage dans le fond de la culasse pour rétablir cette distance minimum. Le rabotage de la culasse donne de bons résultats, mais présente le défaut de n'offrir que des possibilités restreintes.

2° Générateur à combustion renversée ;

3° Générateur à circulation transversale ;

4° Générateur à double circulation.

Générateur à combustion directe.

Dans un foyer de chauffage, l'air est toujours admis en dessous de la grille qui soutient le combustible et les gaz produits de la combustion s'échappent à la partie supérieure. Il en est ainsi dans les générateurs dits à combustion directe.

Dans ces appareils, le foyer reçoit par en dessous l'air atmosphérique qui entretient la combustion à sa partie inférieure. La réduction de l'acide carbonique produit se fait par le passage de bas en haut de ce gaz sur le charbon incandescent et le gaz combustible traverse la partie supérieure de l'appareil pour sortir par un orifice disposé au voisinage de la partie supérieure.

Ces appareils dont la disposition était générale au début de l'industrie du gazogène de locomotion se sont progressivement raréfiés. Ils ont en général un bon rendement thermique mais présentent certains défauts quand on utilise des combustibles très humides ou contenant des produits volatils en grande quantité. Les gaz provenant du foyer et venant échauffer la partie inférieure de la trémie provoquant l'évaporation de l'eau, la distillation des produits volatiles qu'ils entraînent avec eux sans les faire passer sur le charbon incandescent.

Les gazogènes français construits suivant ce principe sont le Malgay, le Gazo-Standard, le Pierson.

Générateurs à combustion renversée ou à circulation descendante.

Dans ces générateurs, l'air arrive dans le foyer par sa partie supérieure. Et se combinant dans une région relativement froide avec les divers éléments du combustible, ils provoquent la formation des goudrons et l'évaporation de l'eau que peut contenir celui-ci. Ces produits se trouvent entraînés dans la zone incandescente où ils se décomposent et le gaz sort finalement par la partie inférieure après avoir traversé dans sa totalité toute la partie chaude du foyer.

Les gaz qui sortent de ces appareils ont donc subi du fait de leur passage dans la zone de combustion un commencement d'épuration ce qui rend possible en particulier sur les appareils convenablement conçus dans ce but, l'utilisation du bois plus ou moins sec ou de certains charbons contenant une proportion importante de goudrons et de matières volatiles.

Les principaux générateurs à circulation descendante sont le Brandt, le générateur Imbert Geka, Panhard, Suca, etc.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

V. — Généralités sur les générateurs, les refroidisseurs et les appareils d'épuration. *(Suite)*

Générateurs à circulation transversale.

Dans ces générateurs, l'air est amené au foyer par des orifices latéraux qui débouchent soit sur tout le pourtour du foyer, soit plus généralement au sein même de celui-ci, grâce à des tubes appelés tuyères qui les y conduisent.

Le but cherché dans les générateurs à circulation transversale c'est de concentrer le plus possible dans la zone de combustion et de réduction de façon qu'elle n'occupe qu'un espace très réduit. On peut ainsi porter sans inconvénient sa température à un degré élevé ce qui favorise la réduction de l'anhydride carbonique et la décomposition des produits secondaires et aussi permet des variations d'allure beaucoup plus rapides : condition favorable pour l'amélioration des reprises ; la marche au ralenti et aussi la mise en route du générateur.

La tuyère qui amène au sein du foyer incandescent supporte une température très élevée et pour éviter sa destruction rapide, des mesures doivent être prises pour la refroidir autant qu'on le peut ; aussi verra-t-on, dans un certain nombre de ces appareils, des tuyères à circulation d'eau utilisant pour leur refroidissement soit l'eau du radiateur du moteur, soit l'eau contenue dans un réservoir indépendant.

Dans d'autres cas, la tuyère est refroidie par l'air frais qui arrive de l'extérieur et à qui on fait parcourir un circuit convenable. Enfin d'autres constructeurs comptent sur la conductibilité du métal pour refroidir la tuyère qui est constituée dans ce cas-là par un métal très conducteur de la chaleur, tel que cuivre rouge. qui est en relation avec des masses métalliques importantes placées dans une zone froide

La concentration de la partie chaude du foyer au voisinage de l'extrémité de la tuyère permet de conserver entre le foyer et la paroi un coussin protecteur formé par le combustible et protégeant par suite ces parois contre l'action d'une chaleur excessive. On peut en particu-

de la pièce que l'on a modifiée, on aura la hauteur qu'il convient d'enlever à celle-ci (s'il s'agit du rabotage) ou qu'il convient de lui ajouter (s'il s'agit d'une élévation du fond de piston). Ce calcul permettra de voir si le résultat trouvé est compatible avec l'opération que l'on se propose de faire. S'il ne l'est pas, on sera amené à effectuer simultanément plusieurs modifications. Mais dans ce cas comme dans les autres d'ailleurs, on doit vérifier très attentivement qu'on pourra laisser l'espace libre suffisant au-dessus des soupapes ouvertes et du piston à son point mort supérieur.

Le taux de compression que l'on peut utiliser avec le gaz de gazogène peut aller jusqu'à 9. Il est peut être utile de chercher à atteindre un taux plus élevé et d'ailleurs dans la pratique on aura souvent bien du mal à arriver au taux de 9.

Cas du moteur Diesel.

Les moteurs Diesel ont un rapport volumétrique qui varie entre 14 et 16. Il est par conséquent facile de les adapter pour la marche au gazogène en réduisant leur taux de compression: on pourra remplacer les pistons par des pistons plus bas, ce qui est toujours possible, ou bien augmenter l'épaisseur du joint de culasse ou ce qui revient au même, superposer deux joints l'un au dessus de l'autre. Le plus difficile sera de trouver un emplacement convenable pour la bougie. Dans les moteurs à injection directe, celle-ci pourra se placer dans le logement de l'injecteur ; dans les moteurs à chambre de pré-combustion elle se fera au fond du réduit où l'allumage aura quelques difficultés à être correct.

Augmentation de la densité du gaz.

Pour augmenter la masse du gaz combustible admis dans les cylindres sans changer le volume de ceux ci, on peut chercher à augmenter leur densité.

En sortant du gazogène, le gaz a une température élevée, de l'ordre de 300° parfois davantage. En traversant les épurateurs, il se refroidit, mais parfois d'une façon insuffisante et il arrive trop chaud aux mélangeurs et, par suite dans les cylindres.

On aura toujours intérêt du point de vue de la puissance, à refroidir le plus possible le gaz du gazogène. On y arrivera en disposant convenablement les tuyauteries qui relient les différents appareils, c'est-à-dire en les plaçant à un endroit du véhicule bien exposé aux courants d'air pendant la marche.

Il faudra aussi diminuer le plus qu'on pourra la perte de charge dans la traversée des divers appareils, c'est-à-dire prendre des diamètres de tuyauteries assez grands, des filtres suffisamment perméables quoique arrêtant toutes les poussières, augmenter généralement la section de la tuyauterie d'aspiration, tous procédés qui permettront aux gaz d'être moins distendus en arrivant aux cylindres.

On peut aussi, procédé utilisé sur les moteurs de course des voitures, intercaler un compresseur entre l'épurateur et l'aspiration du moteur. Certaines installations sont prévues avec compresseurs ; ces instruments sont encore un peu délicats, néces-

sitent une commande mécanique et sont particulièrement susceptibles quant aux impuretés solides que peut contenir le gaz. On ne doit pas oublier d'ailleurs quand on monte un compresseur, que le supplément de pression qu'il fournit au gaz n'est pas donné gratuitement : le compresseur absorbe de la puissance et il faut naturellement, pour que son utilisation soit bénéficiaire, qu'il procure une augmentation de puissance plus élevée que celle qu'il absorbe pour son entraînement. C'est là un point de vue qui paraît secondaire, mais qui est parfois perdu de vue par certains adaptateurs.

IV. — Généralités sur les générateurs, les refroidisseurs et les appareils d'épuration.

Pour décrire les installations de gazogènes dont le nombre et la variété sont actuellement énormes, deux voies se présentaient à nous.

La première, suivie pour la description d'une voiture automobile par exemple consistait à placer et à étudier à part, les générateurs et les refroidisseurs, et enfin les appareils épurateurs.

La seconde nous conduisait au contraire à décrire successivement chaque installation qui comprend :

1 générateur ;
1 refroidisseur ;
1 épurateur.

Au prime abord il semble que la première méthode soit préférable parce que plus logique et plus analytique, mais étant donné qu'à l'heure actuelle chaque constructeur de gazogène a son modèle propre de générateur, de refroidisseur et d'épurateur, et que ces trois éléments se trouvent associés dans des installations qu'il fait ou qu'il fait faire, nous avons pensé qu'il valait mieux suivre cette deuxième méthode et décrire complètement et successivement les types de gazogènes sur lesquels notre choix s'est arrêté.

Cependant, avant de passer aux descriptions d'appareils, nous avons pensé qu'une classification et un exposé des caractères généraux de chacun d'eux permettrait de mieux comprendre et de rendre plus homogène notre exposé.

Les générateurs.

On peut classer les générateurs en diverses catégories, suivant le point de vue duquel on les examine ; si l'on considère le combustible qui leur est destiné, on aura un générateur à bois, à charbon de bois ou à charbon minéral. Mais du point de vue fonctionnement un autre classement semble préférable qui repose sur la façon dont s'opère la combustion dans le gazogène et l'orientation des courants d'air et de gaz qui le traversent.

De ce point de vue, on peut classer les générateurs de la façon suivante :

1° Générateur à combustion directe :

2° Générateur à combustion renversée ;

3° Générateur à circulation transversale ;

4° Générateur à double circulation.

Générateur à combustion directe.

Dans un foyer de chauffage, l'air est toujours admis en dessous de la grille qui soutient le combustible et les gaz produits de la combustion s'échappent à la partie supérieure. Il en est ainsi dans les générateurs dits à combustion directe.

Dans ces appareils, le foyer reçoit par en dessous l'air atmosphérique qui entretient la combustion à sa partie inférieure. La réduction de l'acide carbonique produit se fait par le passage de bas en haut de ce gaz sur le charbon incandescent et le gaz combustible traverse la partie supérieure de l'appareil pour sortir par un orifice disposé au voisinage de la partie supérieure.

Ces appareils dont la disposition était générale au début de l'industrie du gazogène de locomotion se sont progressivement raréfiés. Ils ont en général un bon rendement thermique mais présentent certains défauts quand on utilise des combustibles très humides ou contenant des produits volatils en grande quantité. Les gaz provenant du foyer et venant échauffer la partie inférieure de la trémie provoquant l'évaporation de l'eau, la distillation des produits volatiles qu'ils entraînent avec eux sans les faire passer sur le charbon incandescent.

Les gazogènes français construits suivant ce principe sont le Malgay, le Gazo-Standard, le Pierson.

Générateurs à combustion renversée ou à circulation descendante.

Dans ces générateurs, l'air arrive dans le foyer par sa partie supérieure. Et se combinant dans une région relativement froide avec les divers éléments du combustible, ils provoquent la formation des goudrons et l'évaporation de l'eau que peut contenir celui-ci. Ces produits se trouvent entraînés dans la zone incandescente où ils se décomposent et le gaz sort finalement par la partie inférieure après avoir traversé dans sa totalité toute la partie chaude du foyer.

Les gaz qui sortent de ces appareils ont donc subi du fait de leur passage dans la zone de combustion un commencement d'épuration ce qui rend possible en particulier sur les appareils convenablement conçus dans ce but, l'utilisation du bois plus ou moins sec ou de certains charbons contenant une proportion importante de goudrons et de matières volatiles.

Les principaux générateurs à circulation descendante sont le Brandt, le générateur Imbert Geka, Panhard, Suca, etc.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

V. — Généralités sur les générateurs, les refroidisseurs et les appareils d'épuration. *(Suite)*

Générateurs à circulation transversale.

Dans ces générateurs, l'air est amené au foyer par des orifices latéraux qui débouchent soit sur tout le pourtour du foyer, soit plus généralement au sein même de celui-ci, grâce à des tubes appelés tuyères qui les y conduisent.

Le but cherché dans les générateurs à circulation transversale c'est de concentrer le plus possible dans la zone de combustion et de réduction de façon qu'elle n'occupe qu'un espace très réduit. On peut ainsi porter sans inconvénient sa température à un degré élevé ce qui favorise la réduction de l'anhydride carbonique et la décomposition des produits secondaires et aussi permet des variations d'allure beaucoup plus rapides : condition favorable pour l'amélioration des reprises ; la marche au ralenti et aussi la mise en route du générateur.

La tuyère qui amène au sein du foyer incandescent supporte une température très élevée et pour éviter sa destruction rapide, des mesures doivent être prises pour la refroidir autant qu'on le peut ; aussi verra-t-on, dans un certain nombre de ces appareils, des tuyères à circulation d'eau utilisant pour leur refroidissement soit l'eau du radiateur du moteur, soit l'eau contenue dans un réservoir indépendant.

Dans d'autres cas, la tuyère est refroidie par l'air frais qui arrive de l'extérieur et à qui on fait parcourir un circuit convenable. Enfin d'autres constructeurs comptent sur la conductibilité du métal pour refroidir la tuyère qui est constituée dans ce cas-là par un métal très conducteur de la chaleur, tel que cuivre rouge. qui est en relation avec des masses métalliques importantes placées dans une zone froide

La concentration de la partie chaude du foyer au voisinage de l'extrémité de la tuyère permet de conserver entre le foyer et la paroi un coussin protecteur formé par le combustible et protégeant par suite ces parois contre l'action d'une chaleur excessive. On peut en particu-

lier s'abstenir complètement avec ces gazogènes de protéger intérieurement le foyer par un revêtement ce qu'on est obligé de faire dans certains cas avec les générateurs d'autres types.

Les générateurs à tuyères sont très nombreux : citons, parmi eux :

Le Gohin-Poulenc, le Sabatier-Decauville, le gazogène Libault (Gazauto), le gazogène Dupuy, le gazogène Glon, le Château (Auto-Hall).

Générateurs à circulation double.

Dans certains générateurs à bois en particulier, on a à chercher à réunir les avantages des gazogènes à combustion directe et ceux des gazogènes à combustion renversée ou même à circulation transversale. Cela dans le but de brûler aussi complètement que possible les produits goudronneux qui auraient pu se former au voisinage du foyer et d'éviter la vaporisation de l'eau contenue dans les combustibles humides.

Les générateurs de ce type que nous décrirons sont les générateurs Brandt et Rustic qui consomment tous les deux du bois.

Les refroidisseurs.

On sait pourquoi il est nécessaire de refroidir les gaz qui sortent du générateur. Il faut en effet les débarrasser aussi complètement que possible de leur humidité et abaisser leur température pour qu'ils ne parviennent pas assez chauds dans les appareils d'épuration pour pouvoir détériorer certains éléments de ceux-ci.

Dans bien des cas, le refroidisseur est constitué simplement par l'ensemble des tubulures qui réunissent le gazogène à l'épurateur.

Une disposition convenable de ces tubulures sur le véhicule permet de les placer dans des endroits où elles seront léchées par le courant d'air froid engendré par le mouvement.

Le refroidisseur est souvent combiné avec un dépoussiéreur. Ce dépoussiéreur comporte généralement des compartiments où le gaz rencontre des cloisons formant chicanes, et subit une série de détentes qui obligent les poussières à se déposer.

Le refroidisseur permet ainsi le dépoussiérage au moins partiel des gaz avant leur admission à l'épurateur.

L'eau et les acides organiques qui n'ont pas été réduits dans le générateur s'y déposent plus ou moins complètement. Enfin, il est muni d'orifices de vidange ou de visite qui permettent de l'entretenir à un état convenable de propreté.

Le refroidisseur peut généralement être mis hors circuit au moyen d'une courte tubulure qui va directement du générateur à l'épurateur et qui constitue ainsi by-pass ; l'utilité de ce by-pass est la suivante : quand les gaz arrivent très froids à l'épurateur, ils entraînent avec eux une proportion d'humidité considérable qui vient colmater les filtres et diminuer par conséquent leur débit dans une proportion inadmissible. Le phénomène se produit naturellement dans les instants qui suivent la mise en

route du générateur, alors que les différents éléments de l'installation n'ont pu encore prendre leur température normale. Il est donc indiqué à ce moment de supprimer l'action du refroidisseur. On préconise même dans les installations soignées, de placer un thermomètre à distance à l'entrée des épurateurs et de manœuvrer le by-pass du refroidisseur suivant les indications de son thermomètre.

Le by-pass doit être mis en œuvre quand la température à l'épurateur descend aux environs de 100 degrés.

Les épurateurs.

L'épurateur a un double rôle : enlever complètement les particules solides ou liquides (goudrons) que le gaz a entraînées avec lui à la sortir du refroidisseur.

Achever, si elle n'a pas été suffisamment faite dans le refroidisseur, la condensation des éléments condensables provenant de la combustion qui s'est faite dans le générateur.

La condensation de ces éléments se fait soit par détentes successives soit par le passage dans des chicanes soit par action de la force centrifuge dans des épurateurs du type Cyclone.

Une partie des cendres se trouve entraînée par l'eau de condensation, ce qui constitue déjà une première épuration ; le reste des poussières est séparé par des dispositifs divers comportant ou non l'utilisation du liquide.

Les épurateurs à liquide sont dits épurateurs humides. Ils comportent un réservoir contenant de l'eau et parfois de l'huile dans lequel les gaz viennent barboter ou bien ils comprennent une colonne remplie de coke, de tournure de fer ou d'anneaux Rashig sur lesquels l'eau vient ruisseler.

Ces épurateurs sont surtout utilisés avec des gazogènes marchant au bois dont l'épuration serait difficile avec des épurateurs secs.

Les épurateurs secs comportent presque toujours des filtres à éléments métalliques ou textiles. Ils diffèrent entre eux par la disposition de ces éléments et par le procédé prévu pour le dégraissage automatique ou non de ces filtres.

Un grand nombre de modèles en existent que nous verrons au cours de la description des différentes installations.

Mélangeurs.

Les mélangeurs sont des appareils où vient s'effectuer le dosage du gaz combustible provenant du générateur, avec l'air atmosphérique ; ils sont l'analogue du carburateur du véhicule à essence.

Le nombre de mélangeurs est moins important que celui des gazogènes. Aussi, décrirons-nous séparément les mélangeurs ; après la description des installations au cours desquelles nous nous contenterons d'indiquer le type de mélangeur qui a été adopté par le constructeur.

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration

Gazogènes à bois.

Nous allons décrire, dans ce qui va suivre, quelques gazogènes à bois et un certain nombre de gazogènes à charbon de bois ou à agglomérés.

Parmi ces derniers, nous distinguerons deux classes, à savoir les gazogènes à alimentation convergente de l'air et les gazogènes à tuyères.

Gazogènes Imbert-Berliet.

Le gazogène Imbert-Berliet est l'un des plus anciens qui soit encore actuellement en usage. Il est utilisé par la firme Berliet et par la firme Renault. Celui que nous allons décrire est le gazogène type Berliet.

Comme tous les gazogènes utilisés sur les véhicules, il est à combustion renversée, c'est-à-dire que l'air arrive dans la masse de combustible à la partie supérieure de la zone de combustion, les gaz sortant par la partie inférieure.

Le gazogène est tout en acier et ne comporte aucun revêtement réfractaire : notons, en passant, qu'on cherche autant que possible à supprimer les revêtements réfractaires dans les gazogènes portatifs, d'abord pour en diminuer le poids, et ensuite et surtout pour qu'ils soient moins fragiles.

Le gazogène comporte un cylindre vertical en tôle dans lequel on empile la provision de combustible : une large porte placée à la partie supérieure permet l'introduction de morceaux de bois qui doivent être coupés suivant d'assez petites dimensions (de 5 à 7 centimètres de long) ; à sa partie inférieure, ce cylindre se continue par un tronc de cône raccordé lui-même avec un deuxième cylindre vertical de diamètre plus petit.

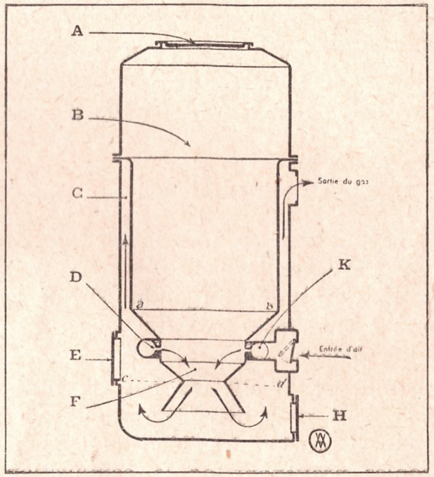


Fig. 1. — Le gazogène à bois Berliet.

III

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Autour de ce deuxième cylindre est disposé un espace annulaire dans lequel arrive l'air atmosphérique qui s'introduit par un opercule garni d'un clapet battant. L'air, après s'être réchauffé au contact de la paroi du cylindre intérieur, pénètre dans celui-ci par une série d'ouvertures radiales, percées sur son pourtour, alimentant ainsi la combustion du bois. Le cylindre inférieur se termine vers le bas par un double tronc de cône formé de deux éléments raccordés par leur petite base, ceci pour faciliter l'écoulement du combustible et des cendres.

Les cendres tombent au fond de l'appareil où une ouverture fermée par un tampon permet de les évacuer. Le gaz formé par le passage de l'air dans le foyer monte autour du cylindre central dans l'enceinte annulaire formée par un cylindre plus grand qui forme le corps extérieur du gazogène. A la partie supérieure est placée la sortie du gaz qui se rend vers les épurateurs.

Cette disposition du gazogène permet comme nous l'avons dit, à l'air froid de se réchauffer en léchant les parois de la chambre de combustion, ce qui active la vivacité de celle-ci ; les gaz très chauds sortant du foyer cèdent une partie de leur chaleur au cylindre intérieur et de là au bois que celui-ci contient. Le bois subit donc une dessiccation assez complète et même un commencement de carbonisation avant d'arriver dans le foyer ; en même temps, les gaz se trouvent quelque peu refroidis.

En sortant du gazogène, les gaz traversent un certain nombre d'éléments refroidisseurs de très forte section, au milieu desquels se trouvent disposées des tôles en chicane : le gaz circule dans ces grandes boîtes plates, se débarrasse par choc de ses plus grosses poussières et de l'eau de condensation ; celle-ci est évacuée par un tube collecteur vers l'extérieur.

Après refroidissement, l'air pénètre dans l'épurateur qui présente extérieurement une forme analogue à celle du gazogène : on le dispose généralement sur le véhicule symétriquement par rapport au plan axial.

Le gaz entre dans l'épurateur par la partie inférieure où il dépose une partie de ses poussières et de l'eau

qu'il a pu entraîner ; il traverse ensuite deux couches successives d'anneaux Raschig qui sont disposés dans le cylindre, au-dessus de grilles d'appui ; l'eau de condensation finit de se déposer sur ces anneaux, retombe vers la partie inférieure en entraînant les cendres et les poussières. Enfin, les gaz sortent par la partie

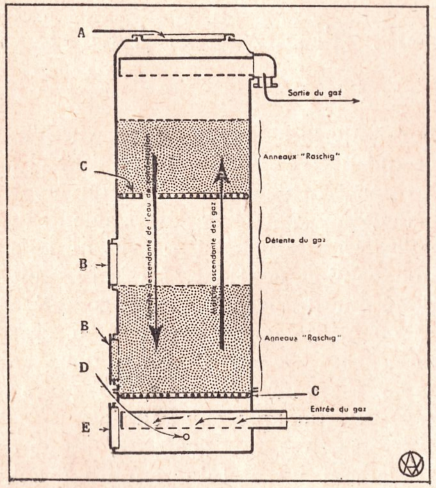


Fig. 2. — L'épurateur Berliet.

supérieure, pour se rendre dans le mélangeur qui est monté sur le moteur. Des portes de visite permettent d'effectuer les vidanges et le nettoyage de l'épurateur.

Le mélange est constitué par un robinet à trois voies monté sur la tuyauterie d'aspiration du moteur. L'accélérateur de la voiture commande un papillon qui règle l'admission du mélange de l'air et du gaz ; l'admission d'air pur dans le mélangeur est commandée par un papillon en relation avec une manette disposée à côté du conducteur.

Le mélangeur peut, ou non, comporter un carburateur à essence. Lorsque le moteur comporte un carburateur, la mise en route s'effectue sur l'essence, de même que l'allumage du gazogène. L'aspiration du moteur est en effet suffisante pour provoquer, dans l'ensemble de l'épurateur, du refroidisseur et du gazogéne, un afflux

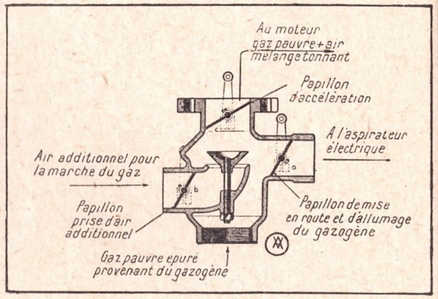


Fig. 3. — Le mélangeur Berliet.

d'air frais sur le foyer. En introduisant une torche par un des orifices d'arrivée d'air, on provoque l'allumage et la mise en feu du gazogène s'effectue très rapidement.

Lorsque le mélangeur ne comporte pas de carburant, un ventilateur est disposé sur la tuyauterie d'aspiration et provoque le courant d'air nécessaire pour permettre l'allumage du gazogène. Ce ventilateur peut être commandé à bras ou au moyen d'un moteur électrique alimenté par la batterie d'accumulateurs.

Un tuyau d'évacuation est branché sur la sortie du ventilateur, dirigeant les gaz à l'extérieur. Lorsqu'on constate, en approchant une torche enflammée de cet orifice, que ces gaz peuvent prendre feu, il suffit de fermer leur évacuation à l'atmosphère et

d'agir sur le moteur pour le mettre en route.

Le gazogène « Rustic »

Le gazogène « Rustic » est également un gazogène à bois. Le générateur représenté à gauche sur la figure 4 est un cylindre en tôle dans lequel se trouve, à la partie inférieure, un cendrier muni d'une porte de visite et d'une tubulure de gaz. La grille supporte le combustible. Dans le foyer, une garniture réfractaire protège la tôle contre les températures trop élevées. L'air arrive par une série d'ouvertures que l'on peut obturer plus ou moins au moyen d'une ceinture ou de portes. L'air est dirigé dans la zone de combustion par la section en forme de cône renversé du revêtement réfractaire.

Sur le côté du gazogène est disposée une cheminée qui communique avec le gazogène par deux conduits Nous y trouvons deux registres de réglage. A sa partie supérieure, le gazogène comporte une porte pour recevoir la charge.

En marche normale c'est le moteur qui assure le tirage, en même temps d'ailleurs que la cheminée y contribue ; il y a donc deux courants gazeux distincts : Un courant ascendant qui évacue à la cheminée par le conduit incliné inférieur la vapeur d'eau et les goudrons provenant de la dessication du bois et du commencement de sa distillation ; l'eau de condensation et les goudrons se déposent dans le pot de condensation.

Le bois descend et il commence à se carboniser à peu près au niveau des ouvertures d'air où il brûle. L'autre courant est un courant descendant

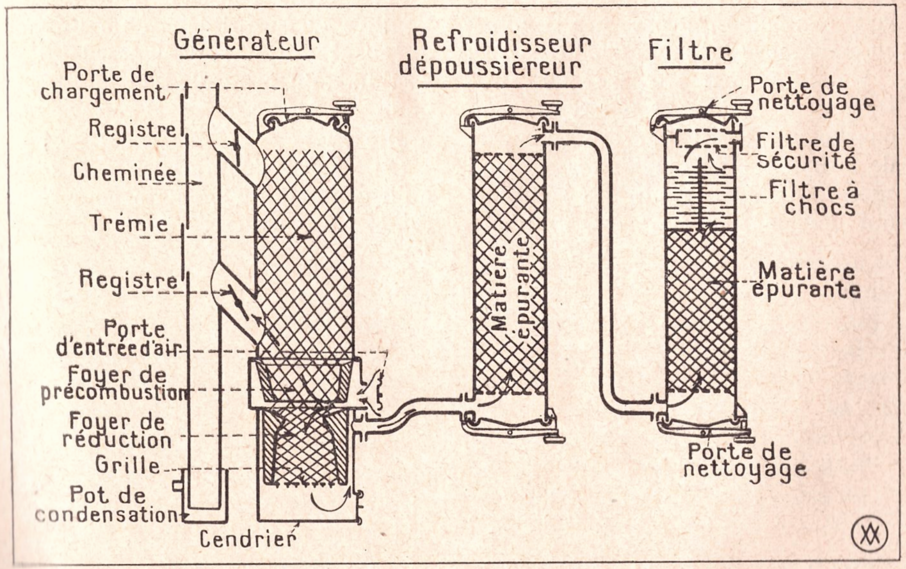


Fig. 4. — Schéma d'ensemble du gazogène à bois Rustic.

qui traverse la zone de combustion et de réduction : Ce gaz, traversant la grille, abandonne les cendres les plus importantes dans le cendrier et se rend à l'épurateur. Le dépoussiéreur au centre est constitué par un cylindre ayant une porte en bas et en haut. Une colonne de coke concassé en petits morceaux est supportée par la grille inférieure ; après la colonne de coke sont disposés des disques entoilés en chicane, très rapprochés dans le filtre, à droite sur la figure.

Le gaz arrive à la partie inférieure, se détend dans le cendrier et abandonne la majeure partie de ses poussières dans la colonne de coke. Il finit de se purifier dans les chicanes en tissus du filtre.

Le filtre de sécurité en toile métallique n'a de rôle à jouer que si le gazogène est mal conduit. Dans ce cas, il peut en effet se faire que le gaz contienne encore des cendres en arrivant en haut du dépoussiéreur.

Remarquons que le gazogène « Rustic » peut également fonctionner au charbon de bois : il suffira pour cela de fermer les deux registres, ce qui supprime l'évacuation des goudrons qui devient évidemment inutile.

Le mélangeur « Rustic » est formé par la réunion de deux tubulures une tubulure de gaz et une tubulure d'air. Un volet règle l'arrivée d'air. Le mélangeur se monte à la sortie du carburateur à essence. Il est accolé d'autre part par une bride à la tubulure du moteur. Le réglage de puissance se fait par deux papillons qui sont rendus solidaires par une biellette. La manœuvre est donc unique pour les conducteurs qui marchent à l'essence ou au gaz.

Le gazogène est alimenté avec un mélange de bois d'essences diverses. La dimension des morceaux de bois varie depuis 3 à 4 centimètres pour le petit appareil de 25 CV. Jusqu'à 10 et 14 centimètres pour les gazogènes de 120 CV. On met le moteur en marche à l'essence ce qui permet d'allumer le gazogène.

L'entretien consiste à démonter le filtre de sécurité et à le brosser et tous les 15 jours, démonter le filtre en toile qu'il suffit d'agiter fortement pour le dépoussiérer et au besoin le brosser.

On enlève l'épurateur et le coke qu'il contient qu'on agite pour faire tomber la poussière.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le gazogène Brandt.

Le gazogène à bois Brandt est dénommé modèle B (il est construit par la même maison que le gazogène à charbon de bois dont il sera question plus loin).

Le gazogène Brandt modèle « B » conçu pour réaliser la production de gaz carburant avec des produits pouvant contenir une proportion élevée de goudrons, de produits pyroligneux et d'eau, est du type dit à « cuve de réduction. » Dans cet appareil, les gaz, à la sortie du foyer passent dans une enveloppe garnie de carbone réducteur dont le rôle est de parachever la décomposition et la réduction des produits à la combustion, de façon à ne recueillir, à la sortie du générateur, que des gaz exempts de produits condensables, goudrons, etc. (fig. 5).

1° **Générateur.** — Le générateur se compose d'un foyer cylindrique garni d'un creuset amovible en réfractaire et surmonté d'une trémie d'alimentation recevant le bois à gazéifier. Au centre de cette trémie se trouve le dispositif de réduction constitué par une colonne métallique garnie de charbon de bois. Cette colonne est entourée d'une double enveloppe parcourue par une colonne d'air qui débouche dans le foyer par des tuyères en métal spécial. Deux couvercles, serrés par des étriers, permettent le remplissage de la trémie à bois et de la colonne de réduction.

A la partie inférieure de la double enveloppe se trouve un double jeu de tuyères qui amènent au foyer l'air nécessaire à la combustion. L'entrée d'air qui se trouve à la partie supérieure est obturée par un robinet que l'on ferme lorsqu'on arrête le gazogène.

Le foyer est muni à sa partie intérieure d'une double grille surmontant un cendrier et permettant d'une part, l'évacuation des cendres, d'autre part, la vidange de la colonne centrale. A la partie inférieure de la trémie, un compartiment spécial permet la condensation de certains produits pyroligneux (voir paragraphe 3 éjecteur).

2° **Épurateurs.** — Le gaz sortant du générateur se rend dans un dé-

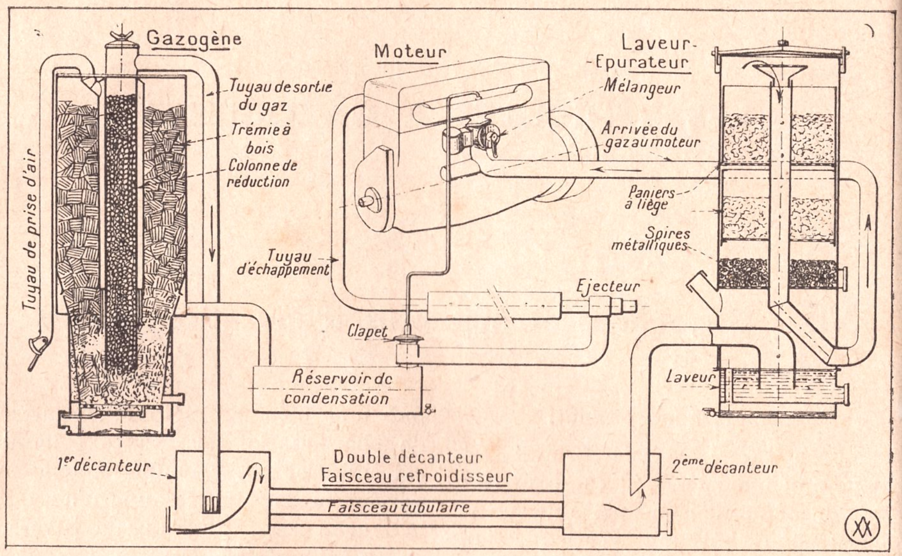


Fig. 5. — Ensemble du gazogène à bois Brandt.

canteur où, par choc et détente, il abandonne une grosse partie des poussières et les petites parcelles de combustible entraînées mécaniquement, puis dans un faisceau tubulaire de refroidissement.

Le gaz passe ensuite dans un laveur épurateur où après avoir barboté dans un réservoir d'eau qu'il parcourt de bas en haut à travers plusieurs grilles qui le divisent en bulles très fines, il monte dans un compartiment rempli de liège où il se sèche et se débarrasse des dernières poussières.

Il se rend enfin au moteur.

3° **Éjecteur.** — Lorsque le moteur tourne au ralenti, la distillation du bois dans la trémie continue en raison de la température du foyer et produit de la vapeur d'eau qu'il faut éliminer sous peine de voir celle-ci lors de la reprise, abaisser brusquement la température du foyer et réduire la quantité du gaz produit.

A cet effet, la trémie est reliée à un réservoir de condensation qui peut communiquer avec le tuyau d'échappement par l'intermédiaire d'un éjecteur et d'une soupape commandée par la dépression du moteur. Lorsque le moteur tourne au ralenti, cette soupape s'ouvre et l'éjecteur aspire la vapeur d'eau de la trémie qui se dépose dans le réservoir de condensation. Dès que le moteur reprend sa vitesse normale, la soupape se ferme et le réservoir de condensation est neutralisé.

Ce dispositif breveté permet des reprises franches même après arrêt ou stationnement et assure au véhicule une très grande souplesse de conduite.

Fonctionnement. — Lorsqu'on met le gazogène en marche pour la première fois ou après un nettoyage, on remplit tout le foyer de charbon de bois ainsi que la colonne de réduction. La trémie reçoit de son côté le bois, on allume alors le charbon du foyer en présentant une torche devant les évents prévus à cet effet.

La prise d'air de la double enveloppe étant ouverte le charbon de bois s'enflamme à la hauteur des évents sous l'action de la dépression produite par le ventilateur. Il est rapidement porté au rouge et la distillation du bois commence à se produire.

Les gaz engendrés par la combustion passent sur le charbon en ignition et se transforment en acide carbonique mélangé d'hydrogène, etc. Les autres produits de la distillation, acide pyroligneux, goudrons, etc., commencent à se dissocier et cet ensemble de gaz et de vapeurs gagne la colonne centrale chauffée par les radiations du foyer et dont le charbon est porté au rouge.

La réduction des produits s'achève et le gaz qui sort par la partie supérieure de la colonne de réduction ne contient plus qu'un mélange de produits combustibles et d'azote avec une très faible proportion d'oxygène et d'acide carbonique.

La combustion du charbon de bois du foyer se continue par celle du bois qui le surmonte ; celui-ci se dessèche et passe peu à peu à l'état de charbon roux, puis de charbon de bois et le cycle continue. Le foyer est ainsi alimenté automatiquement. Il suffit donc de veiller à ce que le combustible contenu dans la trémie à bois ne descende jamais au-dessous d'un niveau déterminé, aisément contrôlable.

La colonne de réduction doit recevoir également de temps à autre la quantité de charbon de bois nécessaire à l'entretien d'une hauteur suffisante de carbone réducteur.

Entretien. — L'entretien de l'appareil comporte :

1° Le nettoyage du cendrier et du décanteur ;

2° Le renouvellement de l'eau du laveur ;

3° Le nettoyage périodique du liège qui doit toujours être maintenu propre et sec. Les charges usagées retirées de l'épurateur peuvent être nettoyées, et séchées et resservir de nouveau.

Les gazogènes à charbon de bois.

Nous distinguerons, avons-nous dit, dans ces gazogènes, ceux qui comportent une arrivée d'air radiale et les gazogènes à tuyères.

Gazogène Panhard.

Le gazogène Panhard est un gazogène avec tuyère auxiliaire pour le ralenti. Il est formé par un cylindre en tôle à axe vertical qui reçoit la provision de combustible, charbon de bois ou comprimés de charbon de bois (fig. 6).

A la partie inférieure, dans un cylindre un peu plus petit concentrique au premier, est disposée une garniture en carborundum dont l'intérieur affecte la forme de deux troncs

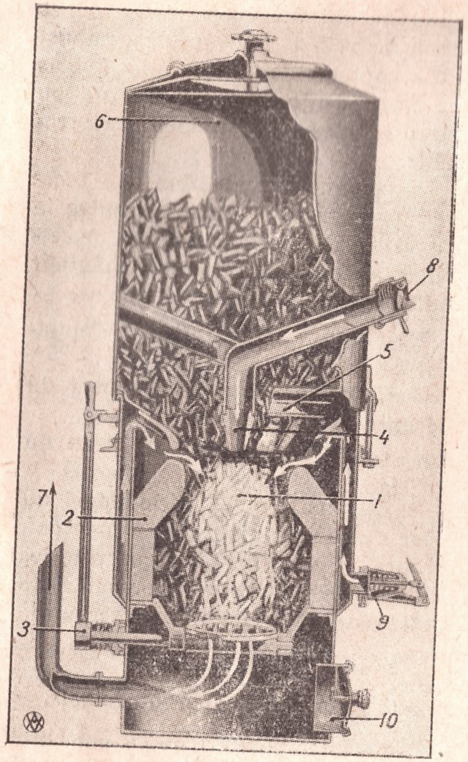


Fig. 6. — Le générateur Panhard. — 1. Foyer. — 2. Parois réfractaires du foyer. — 3. Grille basculante et son levier. — 4. Starter. — 5. Déflecteur. — 6. Trémie. — 7. Sortie des gaz. — 8. Orifice d'allumage. — 9. Clapet d'air pour la marche normale. — 10. — Porte de cendrier.

de cônes accolés par leur grande base.

L'air arrive dans le gazogène dans l'espace annulaire situé entre les deux cylindres ; il monte vers le haut et pénètre dans le foyer par l'ouverture même qui donne accès au combustible. La combustion a lieu dans le double revêtement de carborundum ; une grille est placée à la partie inférieure pour retenir le combustible. Le gaz sort de l'appareil par la partie inférieure et pénètre dans le refroidisseur. Celui-ci est constitué par plusieurs rangées de tubes montées en parallèle et qui mettent en communication le gazogène avec l'épurateur,

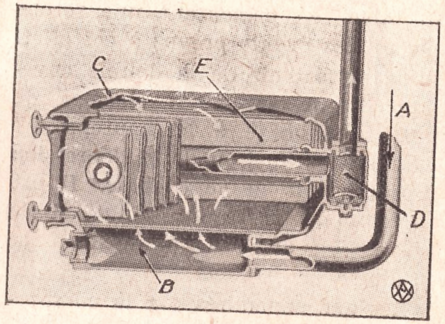


Fig. 7. — Le nouvel épurateur Panhard. — A, arrivée des gaz venant du refroidisseur. — B, Cendrier. — C, Filtres, cages métalliques recouvertes de toiles. — Filtre de sécurité. — E, Départ vers le mélangeur.

ces deux appareils étant placés de part et d'autre du véhicule.

L'épurateur (fig. 7) est contenu dans un coffre en tôle. A la partie inférieure se trouve une grille métallique très fine. Le gaz arrive en dessous de la grille et commence par déposer la majeure partie de ses grosses poussières. Continuant son trajet ascendant, il rencontre au-dessus une série de filtres en toile de coton pelucheux. Après passage dans le filtre, il peut être considéré comme propre. Il sort par un tube vertical pour se rendre au mélangeur.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le mélangeur Panhard ne présente aucun caractère particulier (fig. 8) : la proportion d'air est réglée par un boisseau en relation avec une manette placée à proximité du conducteur.

L'accélérateur agit sur l'admission du mélange.

Pour l'allumage du gazogène, un ventilateur a été prévu. Contrairement à ce qui passe pour le ventilateur du gazogène Berliet qui aspire l'air dans le gazogène, dans le système Panhard, le ventilateur aspire l'air dans l'atmosphère et le refoule dans le gazogène : pendant l'allumage, celui-ci se trouve donc sous pression.

Dispositif de ralenti.

Lorsque le moteur fonctionne au ralenti et ne consomme, par suite, qu'une petite quantité de gaz, l'air qui passe dans le foyer n'a qu'une très faible vitesse et la combustion se trouve par suite très fortement ralentie et ne se fait plus qu'à température assez basse. Il en résulte qu'au moment de la reprise où le moteur demande subitement une masse considérable de gaz, celui-ci ne se trouve pas immédiatement disponible, et toute reprise brusque se trouve impossible.

Pour parer à cet inconvénient, la Société Panhard a disposé dans son gazogène une buse qui constitue un

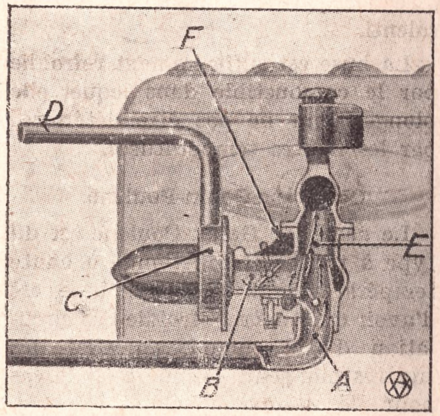


Fig. 8. — Montage du mélangeur Panhard. — A. Arrivé du gaz. — B, Arrivée d'air. — C, Souffleur électrique. — D, Entrée de l'air en marche normale. — E, Formation du mélange air-gaz. — F, Bride de fixation du mélangeur.

véritable gicleur de ralenti. Cette buse puise l'air dans l'atmosphère et pénétre dans le cylindre du gazogène

en débouchant exactement dans l'axe et à hauteur de l'étranglement où commence la combustion.

Le débit d'air au moment du ralenti demeure tel que la vitesse de l'air dans la buse conserve une valeur considérable. Il en résulte qu'au débouché de cette buse, la combustion reste vive et se fait à haute température. Autrement dit, au lieu d'avoir une combustion à basse température, répartie sous un grand volume, on a un noyau à haute température, concentré en un volume réduit au voisinage de l'extrémité de la tuyère.

Un dispositif de clapet automatique empêche l'air d'arriver par les orifices ordinaires, lorsque la dépression dans la tuyauterie est insuffisante, c'est-à-dire lorsque le moteur tourne au ralenti.

La buse est suffisamment refroidie par le combustible dans lequel elle plonge, pour ne pas être détériorée par les hautes températures.

Gazogène.Gohin-Poulenc.

Le gazogène Gohin-Poulenc est du type à tuyère et fonctionne à haute température. Sa caractéristique est d'avoir une tuyère refroidie par circulation d'eau. Quand, en effet, les tuyères plongent, comme c'est le cas pour le gazogène Gohin-Poulenc, au sein de la masse incandescente, elles subissent constamment l'action des températures élevées, et leur durée se trouve singulièrement abrégée si des dispositions spéciales n'ont pas été prévues pour leur refroidissement.

Les tuyères Gohin-Poulenc sont à double paroi et il y circule constam-

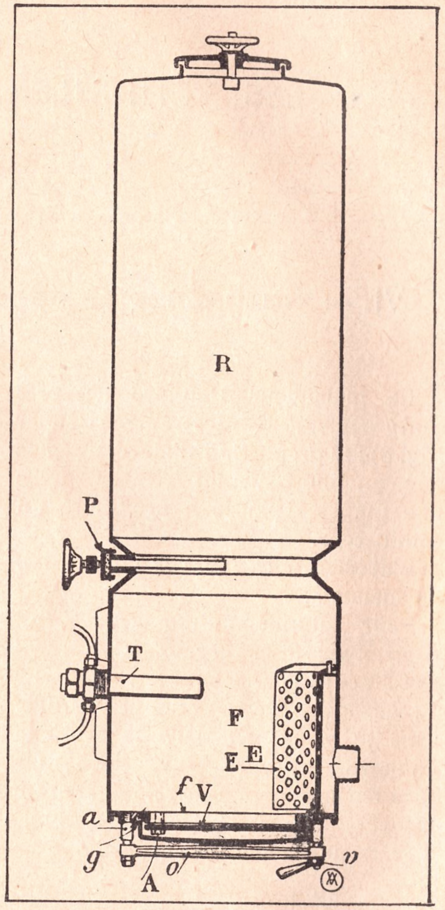


Fig. 9. — Le générateur Gohin-Poulenc.

ment de l'eau qui est dérivée de la circulation d'eau du moteur.

Le gazogène se présente extérieurement sous l'aspect d'un cylindre vertical qui contient le combustible. Ce combustible peut être du charbon de bois, des agglomérés ou un mélange de charbon de bois et de charbon minéral (anthracite ou semi-coke). Le

fond du cylindre est en acier et comporte une grille et un cendrier. (fig. 9).

La tuyère arrive à peu près au quart de la hauteur générale de l'appareil (premier sixième à partir du bas). Les gaz sortent par un orifice placé tout à fait à la partie inférieure, orifice protégé par une grille ou une plaque perforée légèrement inclinée.

La combustion est très vive à la sortie de la tuyère, et le gaz se forme depuis ce point jusqu'à la grille placée devant la sortie. La plaque qui protège la sortie des gaz s'oppose à l'entraînement du combustible et des mâchefers.

La tuyère est en cuivre : elle est suffisamment refroidie pour ne jamais être portée à une température dangereuse.

En sortant du gazogène, le gaz passe par un épurateur centrifuge où il abandonne une partie de ses poussières et s'engage ensuite dans de très longs tubes disposés au-dessous du châssis et qui servent de refroidisseurs. Il arrive ensuite à l'épurateur dans lequel il pénètre par la partie inférieure (fig. 10).

Cet épurateur fonctionne par filtrage à sec. A la partie inférieure et coiffant l'entrée du gaz, se trouve une sorte de seau en forme de tronc de cône rempli de poussière de liège, poussière que doit d'abord traverser le gaz quand il pénètre dans l'épurateur. En sortant de la poussière de liège, le gaz rencontre vers la partie supérieure de l'épurateur des éléments filtrants en coton. Ce gaz s'est chargé de poussières de liège de grosse dimension, qui viennent se coller à l'extérieur de la toile de coton qui constitue

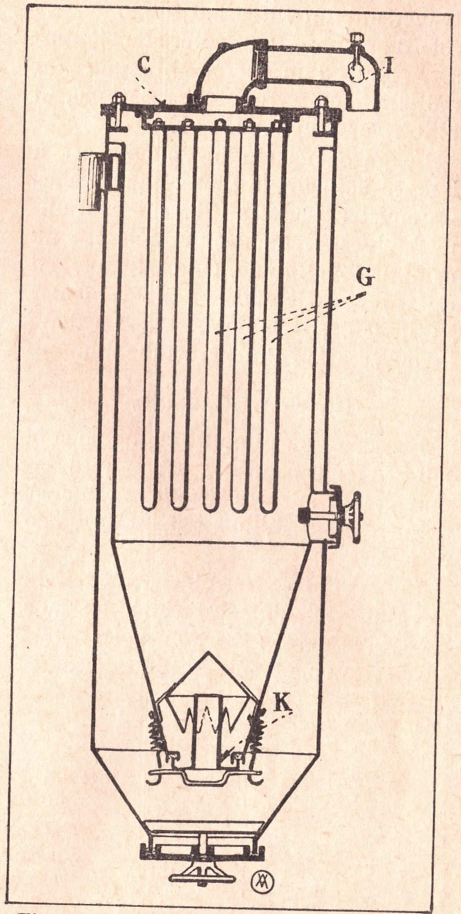


Fig. 10. — L'épurateur Gohin-Poulenc.

le filtre. Quand la couche ainsi déposée atteint une certaine épaisseur, et par suite un certain poids, les trépidations de la marche du véhicule sont suffisantes pour faire tomber ces poussières dans la partie inférieure de l'épurateur. Il y a donc un nettoyage automatique et continu du filtre qui, ainsi, ne peut se colmater.

Enfin, le gaz sort de l'épurateur en

traversant un filtre pare-flamme. Le rôle de ce pare-flamme est de s'opposer, lors d'un arrêt brusque du moteur, au retour de flamme, à l'intérieur de l'épurateur.

Le gazogène Gohin-Poulenc est à l'heure actuelle, le plus répandu chez les constructeurs qui livrent couramment des véhicules marchant au combustible liquide. On en trouve, en effet, en particulier sur des véhicules Latil, Unic, Delahaye, etc. Il a donc la consécration d'une pratique étendue.

Gazogène Gazauto.

Le gazogène Libault, connu sous le nom de « Gazauto », est monté en particulier sur les camions Rochet Schneider : c'est, lui aussi, un gazogène à tuyère.

La tuyère se refroidit grâce à la circulation de l'air qui s'effectue dans sa double paroi : l'air, en effet, avant d'arriver dans la chambre de combustion, doit parcourir un itinéraire en chicane à l'intérieur de la tuyère, emportant ainsi une bonne partie des calories qui sont cédées à celle-ci par le charbon en combustion (fig. 11).

Comme tous les gazogènes de véhicules, le « Gazauto » est à combustion renversée : arrivée de l'air à la partie supérieure du foyer, sortie des gaz par la partie inférieure.

Après nettoyage, le gaz pénètre dans un nettoyeur à dépoussiérage automatique : le filtrage des gaz se fait sur des toiles qui entrent en vibration sous l'action de la dépression provoquée par leur encrassement. La vibration de ces toiles provoque la chute des poussières, d'où nettoyage automatique.

Le gaz arrive ensuite dans un mélangeur à réglage d'air automatique : l'admission des gaz au moteur s'effectue grâce à la manœuvre de l'accélérateur ordinaire.

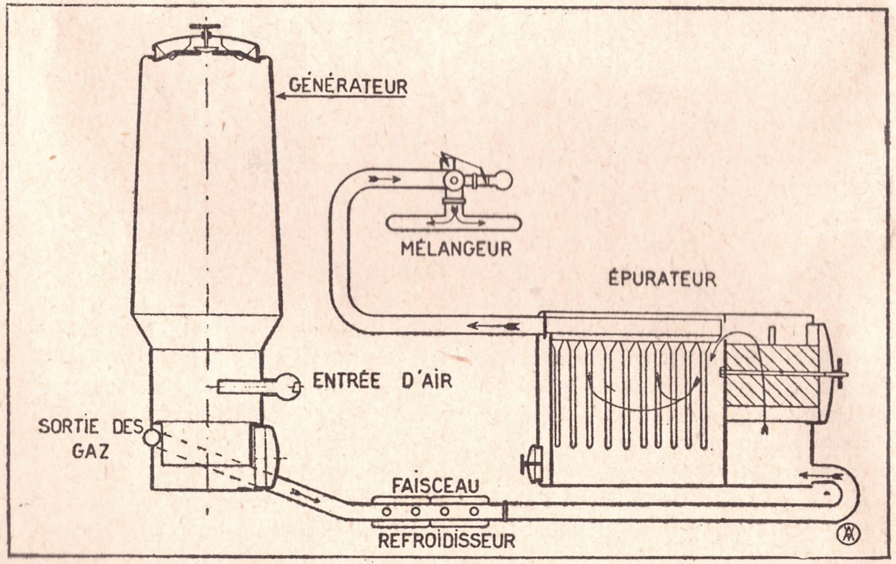


Fig. 11. — Ensemble schématique du gazogène Gazauto (Libault).

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Gazogène Sabatier-Decauville.

Le gazogène Sabatier-Decauville est encore un appareil à tuyère refroidie par l'air (tuyère multiple et convergente) (fig. 12).

L'épurateur présente des particularités intéressantes : le dépoussiérage et le refroidissement se font à la partie supérieure dans de gros tubes horizontaux. Le gaz arrive ensuite dans la partie inférieure de l'appareil où il rencontre une série de filtres ; après les avoir traversés, il se rend au moteur.

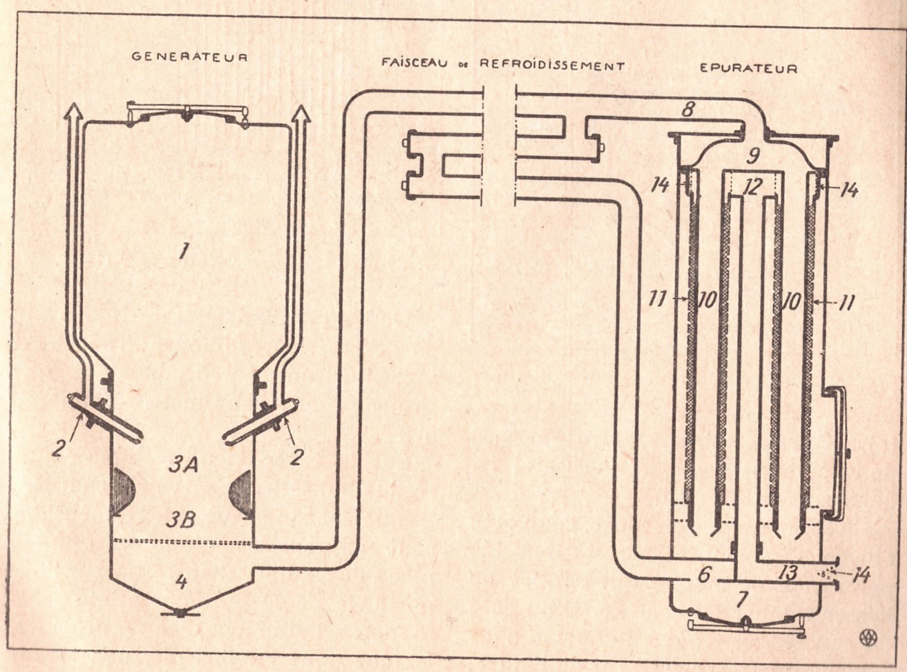


Fig. 12. — Schéma d'ensemble du gazogène Sabatier-Decauville.

La particularité du dépoussiérage, c'est qu'en manœuvrant une poignée qui sort de l'appareil, on racle la surface des filtres, faisant ainsi tomber toutes les poussières à la partie inférieure.

Gazogène « Géka », système « Guillaume ».

Le gazogène proprement dit comporte un foyer en tôle garni de réfractaire. Ce réfractaire peut être remplacé dans certains cas par une paroi en acier spécial (fig. 13).

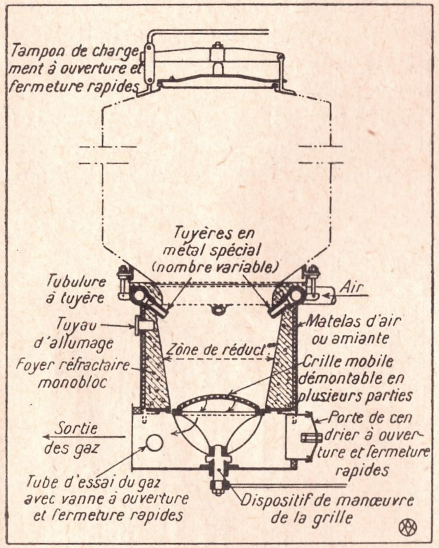


Fig. 13. — Le générateur Géka-Guillaume.

La grille qui est en fonte, comporte plusieurs éléments et elle est supportée par un pivot mobile qui permet de laisser tomber les cendres. D'un côté du cendrier se trouve une porte pour l'évacuation des cendres et de l'autre, un orifice de sortie du gaz.

A la partie supérieure du foyer se trouve une tubulure circulaire sur laquelle sont branchées un certain nombre de tuyères en métal spécial. Le nombre de ces tuyères qui varie de 2 à 12 dépend de la puissance du moteur à alimenter.

Ces tuyères ne sont pas refroidies, la qualité de l'acier qui les constitue leur permettant de résister à la chaleur.

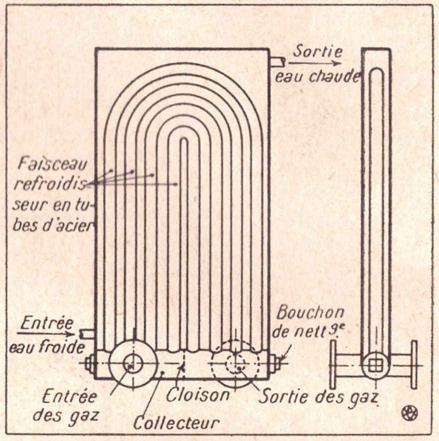


Fig. 14. — Le refroidisseur Géka.

Un trou d'allumage est disposé à la partie supérieure du foyer : il suffit d'y présenter une torche pendant que tirage se fait, pour mettre l'appareil à feu.

Sur le foyer vient se placer une trémie qui forme réservoir à charbon, trémie dont la forme et les dimensions sont appropriées d'une part à la place disponible, d'autre part à l'importance de la consommation.

Pour l'allumage, on présente, comme nous l'avons dit, une torche devant le tuyau d'allumage et on met en marche le ventilateur qui envoie l'air dans les tuyères.

Le refroidisseur (fig. 14) est formé d'un faisceau de tubes à l'extérieur desquels circule un courant d'air ou un courant d'eau.

A la sortie, les gaz se rendent dans un épurateur formé par une caisse métallique à l'intérieur de laquelle se trouve un collecteur de gaz. C'est sur ce collecteur démontable que sont fixés les filtres composés d'un tube de cuivre percé et soudé sur un cadre recouvert de tissus (fig. 15).

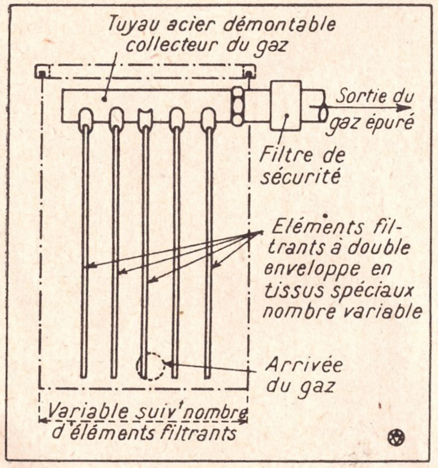


Fig. 15. — L'épurateur Géka-Guillaume.

Le gazogène « Geka » a été particulièrement adapté à l'utilisation du charbon de bois provenant de la calcination des vieilles traverses de chemins de fer.

Le gazogène « Auto-hall », licence « Château ».

Le gazogène « Château » est du type à combustion renversée et sa particularité principale consiste en une grille dont la partie inférieure repose sur une commande qui permet au moyen d'un levier de lui imprimer un mouvement de va et vient, pour l'évacuation plus facile des cendres et du mâchefer (fig. 16).

L'air de combustion arrive par une tuyère refroidie par l'air. Le gaz sort par la partie inférieure et traverse un refroidisseur tubulaire.

A la sortie du refroidisseur le gaz traverse un épurateur dont la partie inférieure contient un panier qui sert de dépoussiéreur. Il traverse ensuite une série de sacs de filtrage à armature métallique recouverte de deux épaisseurs d'étoffe filtrante.

Le mélangeur se monte à l'entrée du carburateur.

La mise en marche se fait à l'essence.

Le gazogène est alimenté au charbon de bois du calibre 10/20.

Le gazogène type S. I. R.

Ce gazogène est construit par la Société Industrielle radioélectrique, il fonctionne au charbon de bois. Il se compose de trois éléments, à savoir : un générateur, un refroidisseur, un épurateur.

Le générateur est du type à combustion renversée et à tuyère non refroidie. Le foyer et la trémie forment une seule pièce. Le foyer, en forme de parallélipipède est garni de briques réfractaires aux environs de la zone de combustion ; il est alimenté en air par une tuyère constituée par un métal à point de fusion élevé et à forte conductibilité qui se trouve suffisamment refroidie par le courant d'air

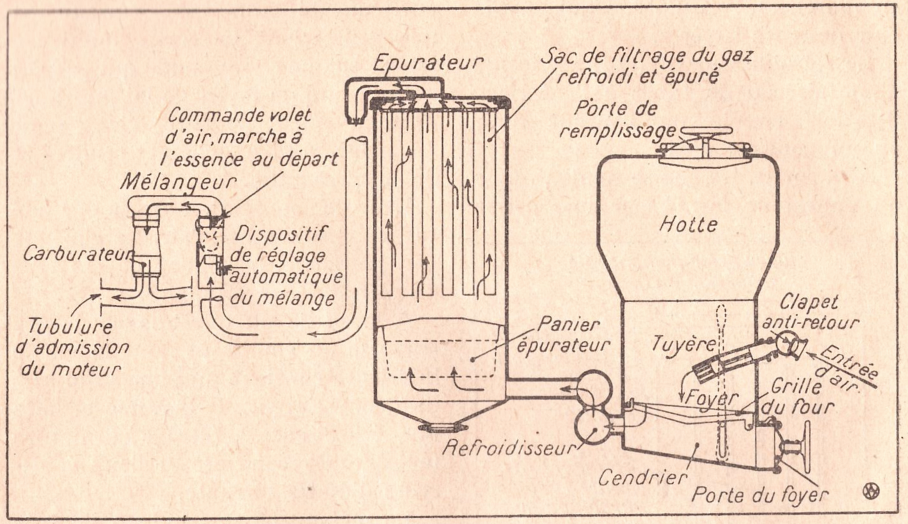


Fig. 16. — L'ensemble du gazogène Auto-Hall, licence Chateau.

frais qui le traverse. La tuyère est démontable et est munie à l'entrée d'un volet pour éviter les retours de flamme. Le refroidisseur est constitué par six boîtes de détente montées en série qui sevent de dépoussiéreur et par six tubes qui sont utilisés pour le refroidissement.

Le refroidisseur présente une grande surface extérieure et se trouve maintenu à une température relativement basse par le balayage de l'air extérieur. Dans le refroidisseur et grâce aux changements de direction et de vitesse du gaz, l'épuration commence par le dépôt des cendres.

L'épurateur est divisé en deux parties. Le premier filtre utilise une matière épurante tandis que le deuxième filtrage s'effectue dans des toiles.

C'est dans la matière épurante que l'eau se condense en majeure partie. Le deuxième filtrage s'opère à travers des bougies en toile filtrante au nombre de dix.

Tous les appareils sont munis de portes de visite et de nettoyage.

Enfin, le filtre de sécurité est formé par une toile métallique qui est disposée au-dessus des bougies filtrantes.

La mise en route peut se faire par le moteur lancé préalablement à l'essence, soit au moyen d'un ventilateur qui permet par suite le départ direct au gaz pauvre.

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le gazogène « Scintex », licence « Bellay ».

Le gazogène « Scintex » peut utiliser des combustibles très variés ; charbon de bois, anthracite pur, anthracite mélangé de charbon de bois, coke, semi-coke, etc. (fig. 17.)

Sa caractéristique est de posséder un foyer de très petite dimension porté à haute température, de façon à éviter complètement la formation d'anhydride carbonique et à éliminer les troubles que peut produire la formation de mâchefer.

Le gazogène est du type à tuyère latérale refroidie par l'eau ; l'air pénètre dans le foyer par une fente étroite aux lèvres de laquelle règne une température très élevée. La fusion des cendres est provoquée dans une zone de 50 centimètres au maximum :

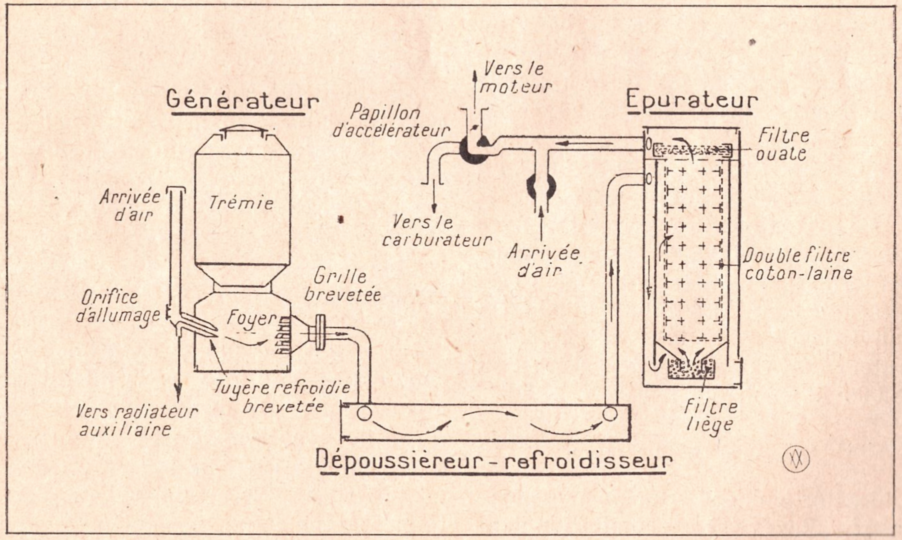


Fig. 17. — Gazogène Scintex, licence Bellay.

dès qu'une goutte de mâchefer est fondue, elle coule par gravité, s'éloigne du foyer et tombe dans le cendrier sans être entraînée par le courant gazeux. Le mâchefer se place donc automatiquement en dessous de la fente et ne peut gêner la marche du gazogène.

La zone de combustion étant extrêmement réduite la température se trouve très élevée d'où plus grande facilité de reprise et allumage très rapide.

Les tuyères peuvent être refroidies par des ailettes au moyen de l'air ou bien par circulation d'eau. Celles-ci conviennent principalement quand on utilise l'anthracite ou le semi-coke. L'eau de refroidissement est elle-même refroidie dans un radiateur indépendant et sa circulation se fait par thermosiphon.

Le gaz sort du générateur à travers une grille, se rend dans un dépoussiéreur-refroidisseur et de là, dans un épurateur où il traverse d'abord un filtre en liège, puis un filtre à double paroi en tissu de coton et laine et enfin, à la partie supérieure, une couche d'ouate. Il se rend ensuite dans un mélangeur accolé au moteur.

Le nettoyage du foyer se fait avec une grande facilité, en raison du mode de formation du mâchefer. Il doit être pratiqué tous les 3 ou 400 kilomètres suivant le combustible utilisé. L'épurateur doit être nettoyé tous les 2 ou 3.000 kilomètres.

Le gazogène « Suca ».

La particularité principale du gazogène « Suca » est de comporter dans son installation un compresseur, ceci en vue de rétablir la puissance du moteur au même temps que celui-ci atteint avec l'essence (fig. 18).

Le gazogène utilise du charbon de bois ou un mélange de charbon de bois et d'anthracite. Le gazogène proprement dit est constitué par un cylindre en tôle dont la partie inférieure qui contient le foyer est revêtue d'un ciment réfractaire ; l'air de la combustion pénètre dans l'appareil au moyen d'une tuyère infusible. Le foyer repose sur une grille en fonte réfractaire qui arrête les morceaux de charbon. L'évacuation des cendres et du mâchefer se fait par les portes inférieures, l'une située au fond de la grille l'autre au générateur.

Le gaz sort du gazogène par le cendrier. Une tubulure le conduit dans un épurateur du type « cyclone ». Cet épurateur est du type centrifuge. Les cendres se déposent à la partie inférieure où une porte de visite permet de l'évacuer après chaque journée de travail.

Le gaz arrive ensuite dans un faisceau tubulaire formant refroidisseur ; de là il se rend dans un filtre où il traverse un certain nombre de manches en tissu spécial tendu verticalement dans l'appareil et fermé dans le haut. Un dispositif de secouage permet de faire tomber les poussières par la porte du bas.

Un treillis métallique en forme de cône est disposé à la sortie du filtre et forme pare-flamme.

Sur la tuyauterie de sortie du filtre se trouve la prise d'air, autrement dit le mélangeur. Le mélange combustible se rend dans un gazo-presseur du type volumétrique. Le rotor est

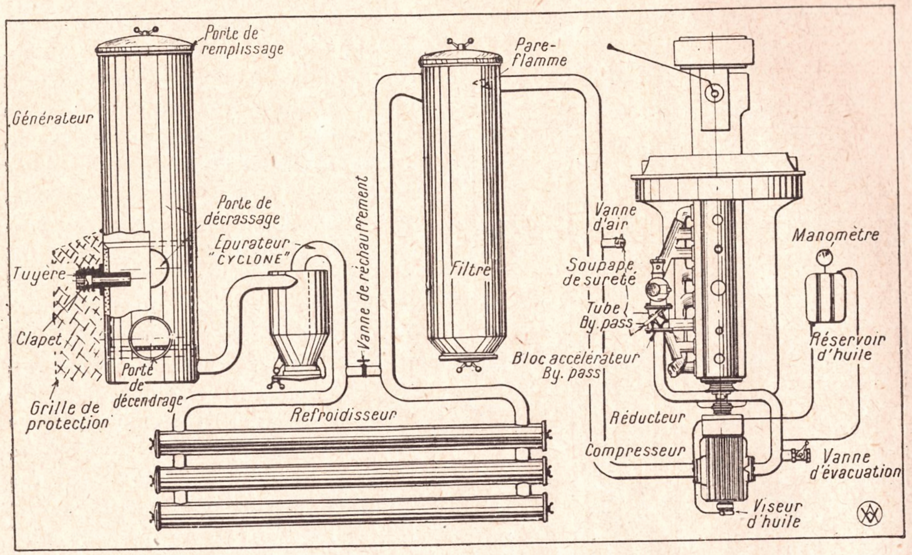


Fig. 18. — L'ensemble du gazogène S.U.C.A. à compresseur.

entraîné par le vilebrequin au moyen du réducteur à chaîne enfermé dans un carter. Le compresseur tourne donc moins vite que le moteur.

Le mélange gazeux ayant été réchauffé par la compression vient se refroidir dans un radiateur à gaz, petit faisceau tubulaire situé au-dessus du compresseur. Un by-pass est placé à l'entrée du collecteur et conjugué avec l'accélérateur de façon à éviter les surpressions. Le gaz en excès retourne dans les canalisations d'amont du compresseur.

Un clapet à ressort taré est placé sur le circuit du gaz comprimé pour protéger l'installation contre les retours de flamme éventuels.

Grâce au gazo-presseur, l'installation « Suca » permettrait au moteur de développer la même puissance qu'avec l'essence.

Au point de vue entretien, l'épurateur Cyclone doit être nettoyé tous les jours. Le refroidisseur est ramoné tous les dix mille kilomètres et le filtre doit être secoué et vidé tous les 3.000 kilomètres.

Le gazogène « Malbay ».

Le gazogène « Malbay » est du type à tirage direct, ne comportant aucune tuyère.

Générateur. — Le foyer (fig. 19) comporte une enveloppe cylindrique en matière réfractaire spéciale dense, dure et très résistance aux variations de température même brusques ; au-dessous du foyer est une sole perforée tournante.

L'air aspiré par le moteur, entrant à la partie inférieure et dans l'axe de la cuve du gazogène, contourne cette

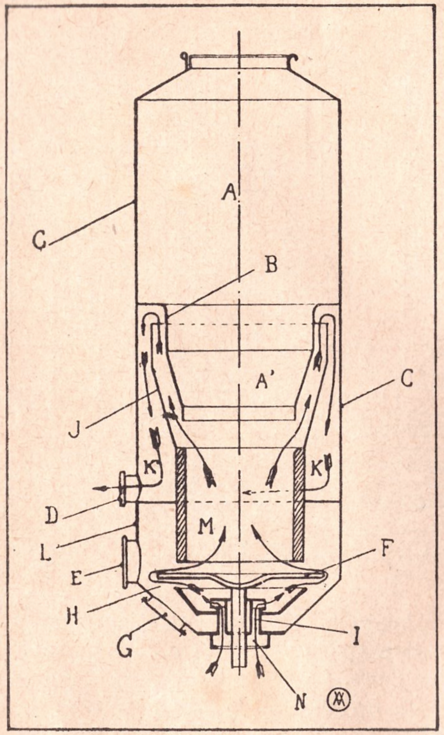


Fig. 19. — Le générateur Malbay

sole et pénètre par la périphérie de celle-ci à l'intérieur du foyer, en quantité dépendant de la distance (réglable au moyen d'un levier extérieure) entre cette sole et le bord inférieur du foyer.

Le combustible en réserve est placé dans la partie supérieure de la cuve et gagne le foyer par la petite base d'une trémie en forme générale de tronc de cône ; un second tronc de cône, qui se greffe sur la partie supérieure du foyer, mais qui laisse une certaine distance entre le premier et lui, et ne se prolonge pas jusqu'à l'enveloppe cylindrique de la cuve, constitue une chicane que le gaz parcourt de bas en haut puis de haut en bas avant de s'échapper du gazogène par une buse latérale : une tôle horizontale qui soutient le foyer en son milieu sépare le gaz de l'air aspiré et retient en outre les poussières volumineuses ; cette disposition a pour but de brûler les matières goudronneuses provenant éventuellement de la distillation du combustible en réserve, que le foyer échauffe au fur et à mesure de son arrivée dans la trémie.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Gazogène Malbay *(suite)*

Refroidisseur et épurateur. — Le refroidissement du gaz est assuré par un ou plusieurs éléments constitués chacun par deux boîtes parallélipipédiques, réunies par 27 tubes en acier, lisses, disposés en quinconce en cinq rangées.

L'épurateur (fig. 20) consiste en une colonne cylindrique verticale, dans laquelle le gaz pénètre par la base, perd sa vitesse, monte et revient vers la base par un tube axial que coiffe, en haut, l'appareil de filtration ; celui-ci se compose d'une série de disques perforés, en liaison avec un tube axial, et recouverts de pâte de cellulose.

Le gazogène Malbay présente l'avantage de créer à l'aspiration du moteur une dépression aussi faible que possible et d'éviter presque complètement la formation du mâchefer.

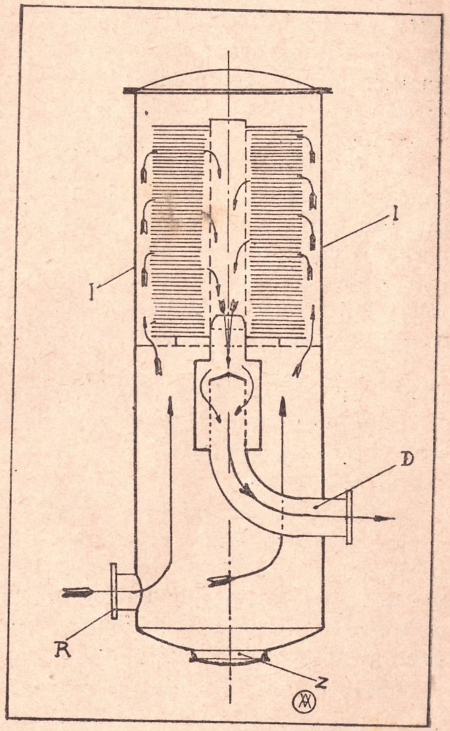


Fig. 20. — L'épurateur Malbay.

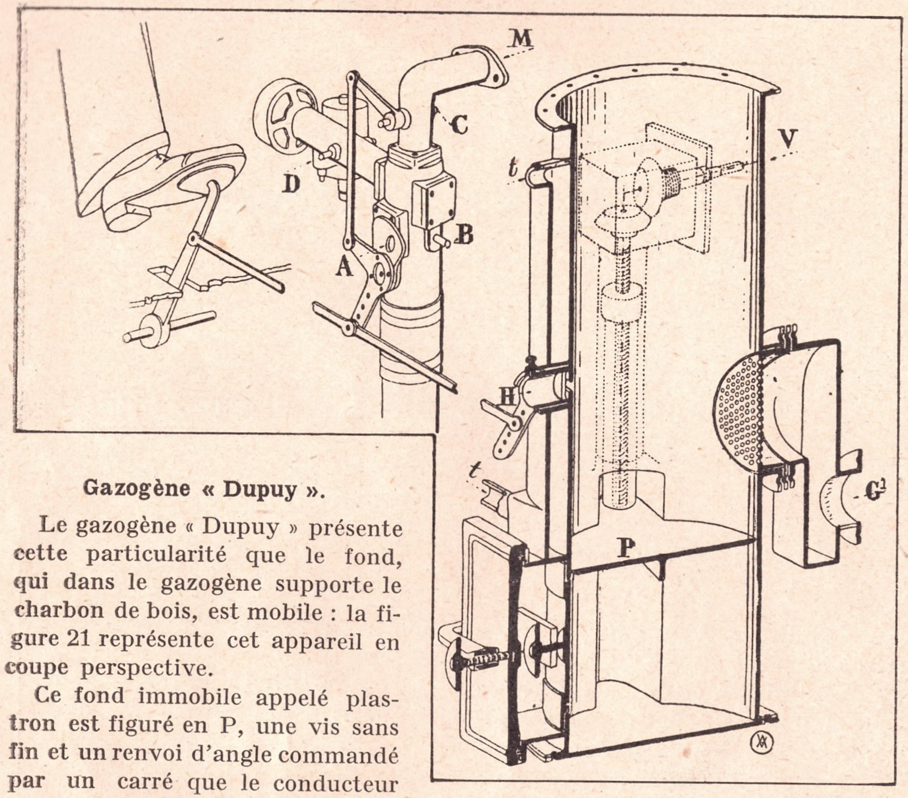


Fig. 21. — Le gazogène Dupuy et ses diverses commandes.

Gazogène « Dupuy ».

Le gazogène « Dupuy » présente cette particularité que le fond, qui dans le gazogène supporte le charbon de bois, est mobile : la figure 21 représente cet appareil en coupe perspective.

Ce fond immobile appelé plastron est figuré en P, une vis sans fin et un renvoi d'angle commandé par un carré que le conducteur peut manœuvrer de son siège, fait monter ou descendre le plastron à volonté. Il en résulte d'abord qu'il y a un volume considérable offert aux cendres dans le cendrier, de telle sorte que le nettoyage de celui-ci ne s'impose pas à des intervalles rapprochés.

En outre, le générateur peut être allumé sans décrassage préalable : il suffit en effet de faire descendre le plastron pour amener devant la grille représentée à droite de la figure, du charbon frais non enrobé de cendres.

L'arrivée d'air se fait au moyen d'un registre H qui est manœvré par la pédale de l'accélérateur simultanément avec le papillon du mélangeur. Le dosage de l'air de la combustion se fait donc automatiquement, suivant la puissance que l'on demande au moteur.

Grâce à cette disposition, on peut conserver une température toujours très élevée dans le foyer, même pour une marche très lente du moteur.

La partie des tôles qui avoisine l'entrée d'air H est refroidie par une

dérivation de l'eau du radiateur, qui vient baigner à peu près le quart du pourtour du foyer, le reste de la surface est muni d'ailettes de refroidissement.

Le gazogène « Le National » des Forges de La Boissière.

Ce gazogène est alimenté par du charbon de bois. Il est du type à combustion renversée et à tuyère refroidie par circulation d'eau. L'installation comporte un générateur, un dépoussiéreur, un épurateur et un mélangeur.

Le générateur est formé par un cylindre formant trémie terminé à sa partie inférieure par un foyer cylindrique auquel il est raccordé par un tronc de cône. A la partie inférieure du foyer se trouve une grille de forme tronconique qui dirige les gaz vers la sortie. Une porte de vidange est placée en face de la grille. Une tuyère, refroidie par un courant d'eau, débouche à la partie centrale du foyer. Elle est munie à son entrée, d'un clapet automatique formant retour antiflamme. L'allumage se fait en présentant une torche à l'entrée de la tuyère après avoir mis le moteur en route à l'essence. A la sortie du générateur le gaz est amené par un tuyau dans une boîte à poussière qui, avec sa tuyauterie, agit également comme refroidisseur. La boîte à poussière est munie à son extrémité d'un tampon de nettoyage. En sortant de la boîte à poussière, le gaz arrive à la partie inférieure d'un épurateur. Celui-ci affecte une forme extérieure cylindrique. Dans sa partie inférieure et centrale, il comporte une colonne épurante constituée par un amoncellement de coke. Ce coke est contenu dans un cylindre concentrique au premier. Le coke est maintenu

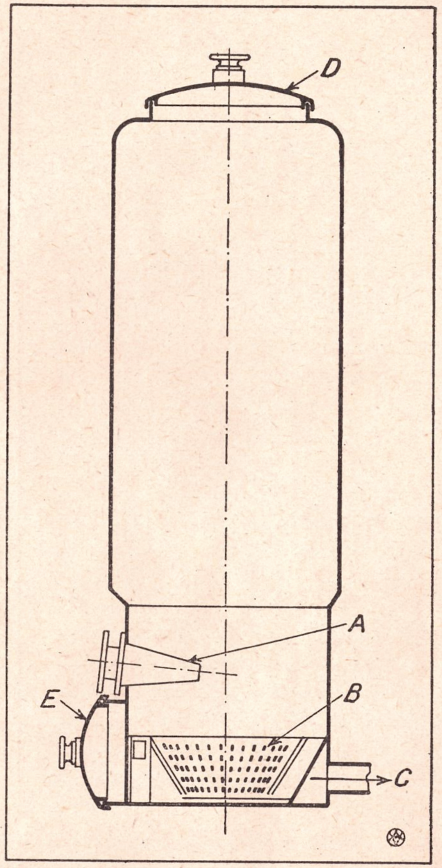


Fig. 22. — Générateur du gazogène « Le National ». — A, Tuyère. — B, Grille en trois pièces. — C, Départ du gaz. — D, Porte de chargement. — E, Porte de cendrier.

dans son logement par un cône en tôle renversé et percé de trous.

Après avoir traversé le coke, le gaz passe au travers d'un filtre en toile de forme générale cylindrique. Il

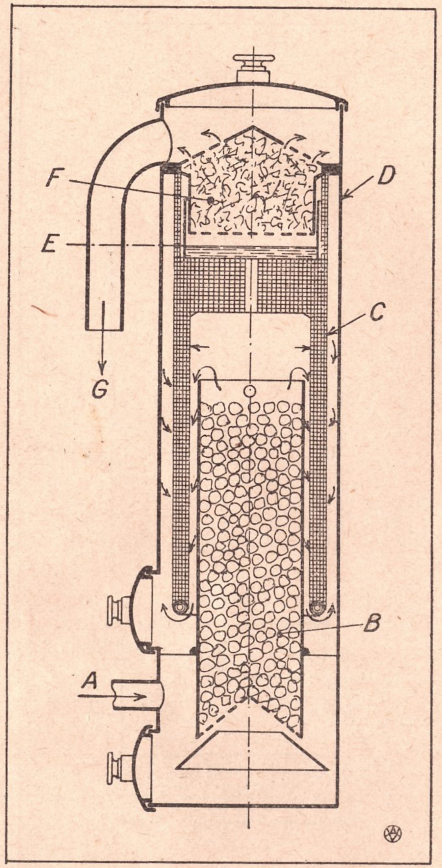


Fig. 23. — Épurateur « Le National ». — A, Entrée du gaz. — B, Panier à coke de filtrage. — C, Filtres en toile. — D, Filtre à huile. — E, Niveau d'huile. — F, Matière filtrante. — G, Départ du gaz vers le mélangeur.

arrive ensuite dans un épurateur à huile placé en dessus et enfin traverse un superfiltre F. B. L'épurateur à huile contient de l'huile minérale dans laquelle les poussières restantes se déposent. Enfin dans le superfiltre, le gaz traverse une couche de paille de fer où il abandonne les gouttelettes d'huile qu'il a pu entraîner.

Il sort de l'épurateur par la partie supérieure, d'où un tuyau l'amène au mélangeur.

L'épurateur que nous venons de décrire est celui qui convient pour les installations sur camion. Dans le type destiné aux voitures de tourisme, l'épurateur prend une forme différente.

Le gazogène « Le National » peut utiliser soit du charbon de bois, soit un mélange d'anthracite et de charbon de bois, ou bien des agglomérés spéciaux pour gazogènes.

Le constructeur revendique pour son appareil les avantages suivants : grâce à la haute température du foyer, le gaz se trouve débarrassé des goudrons qui sont décomposés dans la zone incandescente. S'étant refroidis dans le dépoussiéreur refroidisseur, ils arrivent dans l'épurateur à une température assez faible pour que la vapeur d'eau soit en majeure partie condensée.

Le filtre en toile n'a donc à épurer qu'un gaz sec et ne se colmate par conséquent pas.

Tous les épurateurs ont été étudiés pour être particulièrement perméables et n'opposer au passage de l'air que le minimum de résistance.

Enfin, les systèmes de nettoyage ont été combinés de telle sorte que le temps nécessaire à l'entretien est réduit au minimum.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le gazogène S. A. G.

Le gazogène de la Société d'application des gazogènes est du type à tirage renversé, sans tuyère et sans grille ; il comporte un foyer à double enveloppe percé sur sa périphérie d'un nombre variable d'ajutages disposés tous sur un même niveau et qui distribuent l'air très régulièrement dans la masse du charbon (Fig. 24).

A la base de ce foyer, l'ouverture, de dimension restreinte, munie d'un déflecteur particulièrement étudié oblige tous les gaz à traverser la zone incandescente et provoque par suite le cracking complet des goudrons et la dissociation de la vapeur d'eau.

La matière de protection du foyer est une garniture monolithe en composition spéciale qui préserve complètement la tôle du foyer de l'action de la chaleur. Cette matière est réfractaire et se recouvre, sous l'action de la haute température, d'un vernis spécial, imperméable qui permet un glissement facile du combustible et empêche tout accrochage des mâchefers. Grâce à sa haute conductibilité et à son faile coefficient de dilatation, cette matière de revêtement est pratiquement insensible aux variations de température.

L'entrée d'air se fait dans la zone annulaire comprise entre l'enveloppe extérieure et l'enveloppe du foyer par l'orifice A, lequel est muni d'un clapet antiretour ; le gaz sort par l'orifice inférieur B et se rend dans le dépoussiéreur. Celui-ci a la forme classique sur laquelle nous n'avons pas à insister. En sortant du dépoussiéreur, le gaz se rend en D dans un épurateur horizontal monobloc qui effectue l'épuration sèche d'abord, puis la super-épuration sur l'huile.

Grâce à la forme de l'épurateur, le gaz prend un mouvement tourbillonnaire qui oblige les particules solides et les condensations à se déposer sur la paroi extérieure. Il traverse ensuite une masse filtrante métallique composée d'un très grand nombre d'éléments en métal Déployé où il dépose ses dernières poussières.

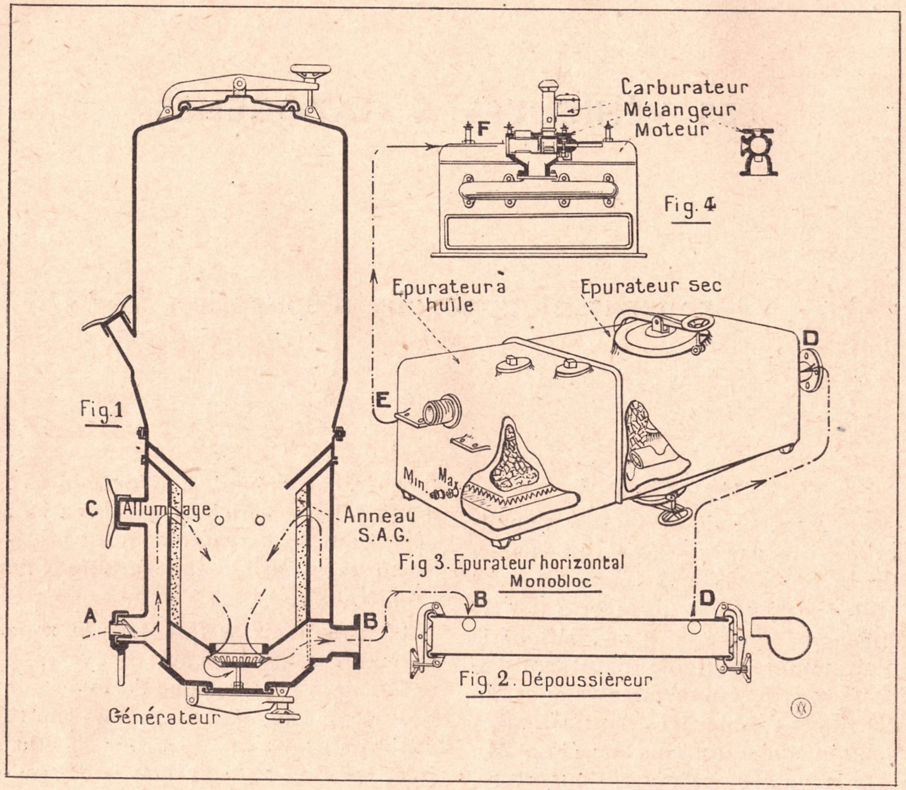


Fig. 24. — Ensemble de l'installation du gazogène S. A. G.

Pour obtenir une plus grande sécurité et n'admettre au moteur qu'un gaz parfaitement pur, le gaz traverse un deuxième groupe d'épuration et il commence par barboter dans un réservoir contenant de l'huile où il abandonne ses dernières particules solides. Il traverse enfin une deuxième masse métallique où il se filtre définitivement et se débarrasse en particulier des bulles d'huile qu'il pourrait encore contenir.

L'alimentation du gazogène peut se faire au moyen de toute espèce de charbon de bois même de qualité médiocre. La mise en route se fait soit par l'aspiration du moteur marchant préalablement à l'essence, soit au moyen d'un ventilateur à main ou électrique.

Le Gazogène Brandt à charbon de bois.

Le gazogène Brandt modèle « C R » construit pour utiliser le charbon de bois est du type à tuyères multiples.

Un équipement complet se compose du générateur, du décanteur, du refroidisseur, du filtre à poussières et du filtre de sécurité. (Fig. 25)

1° **Générateur.** — Le générateur se compose d'une enveloppe cylindrique en tôle formant trémie à combustible et surmontant un foyer dans lequel s'effectue la gazéification du charbon de bois ; ce foyer comporte une garniture réfractaire très résistante.

Un certain nombre de tuyères en métal infusible garnissent la partie supérieure du foyer.

Les orifices nécessaires à l'allumage, l'évacuation des cendres et la sortie des gaz sont ménagés aux emplacements voulus sur le foyer.

2° **Décanteur et refroidisseur.** — Ces pièces sont, à quelques détails près, les mêmes que pour le gazogène Brandt modèle B. Les gaz sortant du générateur s'y refroidissent ; ils y abandonnent la totalité des grosses poussières et une partie des poussières fines.

3° **Filtre à poussières.** — L'épuration définitive du gaz a lieu dans un filtre à poussières placé en principe symétriquement au générateur.

Il se compose d'une enveloppe en tôle à axe vertical, à l'intérieur de laquelle se trouve une plaque de tôle épaisse. Cette plaque est percée d'un certain nombre d'ouvertures garnies de pièces spéciales formant porte-manchons et sur lesquelles sont ligaturés autant de manchons cylindriques en tissu spécial fermés à leur partie supérieure. Ces manchons sont libres à l'intérieur de l'enveloppe et simplement soutenus par un mousqueton

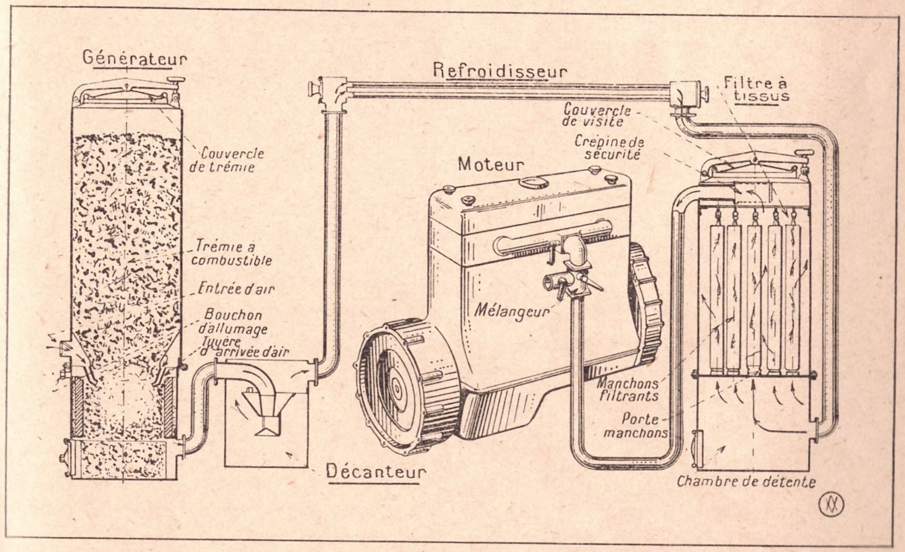


Fig. 25. — Le gazogène Brandt à charbon de bois.

agrafé sur une armature métallique légère, pour éviter leur affaissement pendant les arrêts de fonctionnement du moteur.

Le gaz pénètre dans la partie inférieure du filtre à poussières dans une chambre de détente, puis dans les manchons filtrants qu'il traverse de l'intérieur à l'extérieur.

Il sort à la partie supérieure du filtre à poussières et se rend au moteur complètement débarrassé de toute impureté.

Le libre jeu des manchons filtrants élimine leur usure. Leur montage avec ouverture en bas permet un nettoyage facile et même, dans une certaine mesure, un auto-nettoyage sous l'effet des secousses du véhicule sur route.

Le filtre à poussières comporte à la partie supérieure un large couvercle permettant de vérifier tout le système filtrant, et à la partie inférieure, une grande porte pour l'évacuation des cendres.

En outre, sous le couvercle, se trouve branché sur la sortie des gaz un filtre de sécurité facile à démonter et à vérifier et dont la présence constitue une garantie supplémentaire pour la conservation du moteur.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le gazogène Pierson V. A.

Le gazogène Pierson est du type à combustion directe à foyer ouvert et à injection de vapeur. L'installation comporte comme d'habitude un générateur, un refroidisseur dépoussiéreur, un filtre-cyclone et un mélangeur automatique (fig. 26).

Le générateur est formé d'un cylindre à axe vertical et à double paroi ; le cylindre intérieur qui contient le combustible se termine à la partie inférieure par un tronc de cône renversé dont la petite base supporte la grille. Dans l'espace annulaire compris entre le récipient, le combustible et la paroi extérieure, on met de l'eau qui va servir à alimenter le système d'injection de vapeur.

Le rôle d'injection de vapeur dans le foyer consiste comme on le sait à provoquer la formation de gaz à l'eau qui contient de l'hydrogène, ce qui augmente par conséquent le pouvoir calorifique du gaz produit et qui diminue la perte de puissance du moteur.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure, la chaudière est divisée en deux parties par une cloison horizontale formant joint. La partie supérieure est un simple réservoir. Vers le fond de ce réservoir est disposé un tuyau qui, au moyen du dispositif à niveau constant, alimente la partie inférieure, laquelle constitue à proprement parler la chaudière.

En contact direct avec le foyer, l'eau se vaporise, sort de la chaudière à la partie supérieure et arrive à l'état de vapeur sous la grille, tandis que l'air pénètre dans le cendrier de l'autre côté. C'est donc un mélange d'air et de vapeur qui traverse le charbon incandescent.

Le tuyau de prise de gaz est placé au milieu du réservoir à combustible et sort du gazogène à la partie supérieure.

La disposition de la chaudière que nous venons d'indiquer permet de proportionner la quantité de vapeur produite à l'activité du gazogène. Plus l'aspiration du moteur est importante en effet, et plus la chaleur produite par le foyer augmente. La quantité de vapeur produite varie naturellement dans le même sens. Il y a donc automatiquement concordance entre la quantité de vapeur

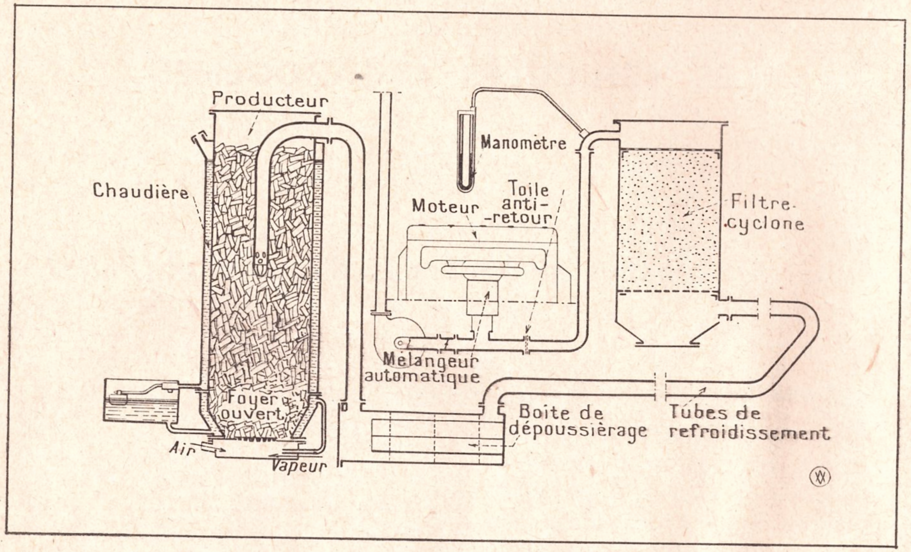


Fig. 26. — Schéma de l'installation d'un gazogène Pierson.

passant dans le foyer, ce qui permet d'obtenir un gaz de composition à peu près constante.

La boîte à poussières dans laquelle le gaz arrive en sortant du générateur est munie d'un certain nombre de chicanes qui arrêtent les plus grosses poussières.

Les tubes de refroidissement de grande longueur font communiquer la boîte à poussières avec le filtre. Ces tubes, placés en général sous le châssis, permettent au gaz de se refroidir.

Notons à ce propos que grâce à l'injection de vapeur, les gaz sortant du gazogène à une température relativement basse, le refroidissement du gaz est facile à effectuer.

Le filtre Cyclone agit sur les dernières poussières d'abord en faisant varier brusquement la vitesse du gaz et ensuite en l'obligeant à traverser une certaine épaisseur de matières inertes.

Un ventilateur aspirant est monté à la sortie de l'épurateur Cyclone et permet la mise en route.

Rappelons en terminant que Pierson est l'une des plus anciennes maisons ayant construit des gazogènes fixes et possède par conséquent une grande expérience en cette matière.

Le gazogène Furet.

Le gazogène Furet, qui est construit par la Société Nationale de Constructions aéronautiques de l'Ouest est du type à injection de vapeur d'eau. Il est alimenté au charbon de bois. Il présente un certain nombre de particularités qui lui sont propres (fig. 27).

L'ensemble de l'installation comporte un générateur ou gazogène à

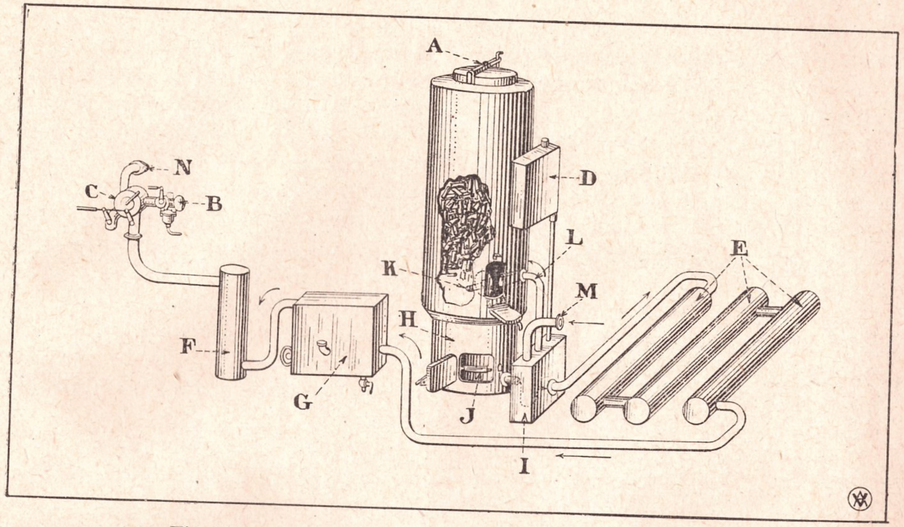


Fig. 27. — Ensemble schématique du gazogène Furet.

l'intérieur duquel se trouve placé un vaporisateur.

Un détenteur refroidisseur.

Un épurateur hydraulique des gaz avec ses deux filtres, le premier à charbon de bois et le second à liège aggloméré.

Un filtre de sécurité et enfin un mélangeur monté comme d'habitude sur la tuyauterie d'aspiration du moteur.

Le générateur a son foyer disposé à la partie inférieure : au-dessus de lui se trouve la trémie où est emmagasiné le charbon de bois.

Au-dessus du foyer est disposée une cloison horizontale d'un diamètre plus petit que l'intérieur du générateur et qui permet par suite le passage des gaz autour d'elle.

En dessous du foyer est aménagé au moyen d'une cloison horizontale un espace de 125 millimètres de haut qui est utilisé pour le décrassage du foyer. Une porte rectangulaire latérale permet d'accéder à cette capacité.

La cloison qui surmonte le foyer est elle-même surmontée d'une grille de fonte en forme de tronc de cône qui est percée de trous pour le passage du gaz au-dessus de la grille, le foyer est garni d'un ciment en terre réfractaire ; la sortie de gaz se fait à la partie inférieure du foyer où se trouve fixé le vaporisateur.

L'admission a lieu au moyen d'un bloc d'admission d'air disposé latéralement sur une paroi de la trémie.

A la partie inférieure du générateur est disposé un organe appelé vaporisateur qui comporte une cuve à niveau constant alimentée en eau par un réservoir.

Autour de cette cuve constamment garnie d'eau, circulent les gaz provenant directement du générateur. Ces

gaz cèdent donc une partie de leur chaleur à l'eau du vaporisateur qui se trouve ainsi portée à une températnre voisine de l'ébullition.

L'air frais pénètre à la partie supérieure de la cuve du vaporisateur, se charge de vapeur d'eau et le mélange air-vapeur ressort par une tubulure qui l'amène à l'alimentation d'air du gazogène.

Celui-ci est donc alimenté par de l'air maintenu systématiquement humide, ce qui provoque dans le gazogène la production d'une certaine proportion de gaz à l'eau.

A la sortie du générateur, les gaz traversent un détendeur-refroidisseur qui comporte trois tubes horizontaux de 150 millimètres de diamètre et d'une longueur variable suivant les modèles, depuis 1 m,50 jusqu'à 2 mètres. Chaque tube porte à l'une de ses extrémités une porte à ouverture rapide qui permet le nettoyage.

Après s'être refroidi dans le détendeur, le gaz arrive dans l'épurateur hydraulique. Celui-ci comporte deux filtres : l'un à la partie inférieure est un filtre à charbon de bois qui est constitué par un tube central en toile métallique concentrique à un autre tube plus gros également en toile métallique. L'espace annulaire compris entre ces deux toiles est rempli de granulés de charbon de bois. Cet ensemble est monté horizontalement et peut tourner autour de son axe au moyen d'un volant actionné de l'extérieur.

Le filtre à charbon de bois est immergé jusqu'à son axe de rotation dans de l'eau, le niveau de l'eau étant établi par l'orifice même de remplissage qui forme trop plein. Le gaz, après avoir traversé le filtre à charbon de bois se rend à la partie supérieure de l'épurateur où il traverse un filtre en liège granulé.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

Le gazogène Furet *(suite)*

Quand, après plusieurs heures de marche, on estime que le filtre à charbon de bois a pu s'encrasser, il suffit de faire faire un demi-tour au volant pour immerger la partie encrassée et dégager la partie propre : l'appareil permet donc un fonctionnement continuellement efficace (fig. 28).

A la sortie des épurateurs, le gaz traverse un filtre de sécurité, qui est constitué par un récipient cylindrique contenant un empaquetage de paille de fer huilée, le gaz traverse la paille de fer et se débarrasse de ses dernières impuretés. Il arrive enfin au mélangeur.

Celui-ci se compose d'un robinet à boisseau, d'un papillon de réglage d'admission du gaz et d'un papillon de dosage automatique d'air complété par un doseur d'air commandé à la main.

Une bride spéciale permet de monter éventuellement un carburateur à essence.

Le boisseau est commandé par une manette à portée de la main du chauffeur et permet de faire aspirer le moteur dans le gazogène pour l'allumage du foyer.

Une tringlerie solidaire de l'accélérateur assure le réglage du papillon

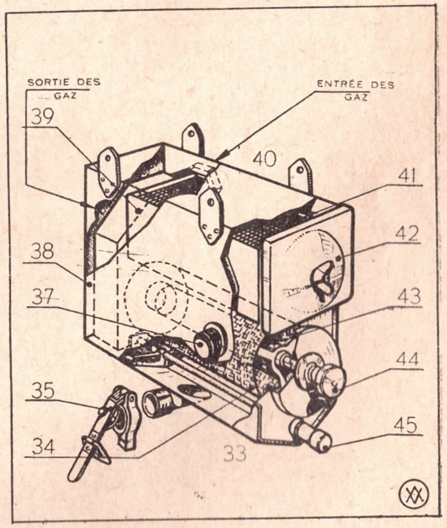


Fig. 28. — L'épurateur hydraulique.

des gaz ainsi que la conjugaison de la commande du dosage d'air automatique.

On peut effectuer à volonté la mise

en route avec carburateur ou directement sur les gaz en se servant du ventilateur.

On remarquera le soin avec lequel il a été pourvu à l'épuration des gaz.

Le gazogène J. R.

Le gazogène J. R. alimenté au charbon de bois est du type à tirage renversé et à tuyère. L'installation comprend le gazogène proprement dit, la boîte à poussières à éléments hélicoïdaux, l'épurateur à manches articulés et le mélangeur (fig. 29).

L'épurateur comporte un foyer surmonté par une trémie qui sert de réserve pour le combustible. L'air pénètre au sein du foyer par une tuyère en cuivre rouge non refroidie qui est montée côté atmosphère sur un boîtier étanche, le fond de ce boîtier est percé d'un trou obturé par une bille qui forme clapet.

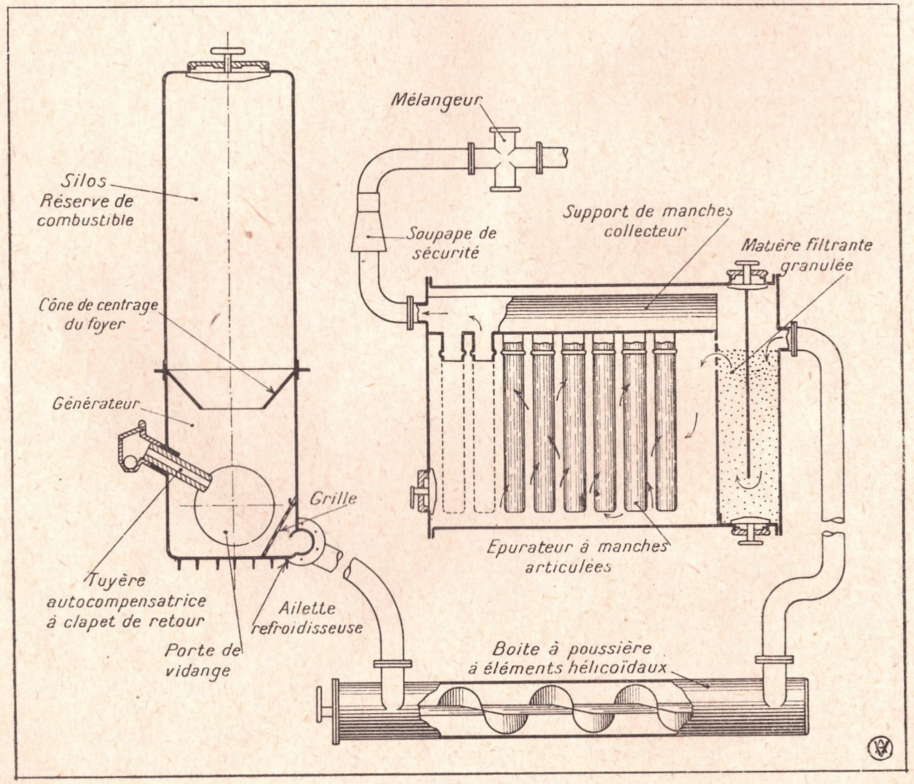


Fig. 29. — Schéma d'ensemble du gazogène Rolland.

A la partie supérieure s'ouvre un orifice fermé par un clapet plat qui permet l'introduction d'une torche pour l'allumage et qui sert d'anti-retour.

L'air pénètre sous l'effet de l'aspiration du moteur par l'orifice inférieur en soulevant plus ou moins la bille suivant la valeur de la dépression.

Le refroidissement de la tuyère se fait grâce à la haute conductibilité du cuivre rouge qui amène la chaleur à la boîte extérieure, laquelle présente une grande surface à l'air frais.

A la partie inférieure du foyer se trouve une grille disposée obliquement que traverse le gaz à sa sortie.

Ce gaz se rend ensuite dans la boîte à poussières formée par un tube à axe horizontal à l'intérieur duquel sont disposés des éléments hélicoïdaux en toile, obligeant l'air à tourbillonner et à déposer ses poussières.

Le gaz pénètre ensuite dans l'épurateur et traverse tout d'abord un filtre rempli de matière filtrante granulée, sortant de là, il se rend dans une cavité dans laquelle plongent les manches articulées en tissu.

Il traverse ce dernier filtre, pénètre dans le collecteur supérieur et après avoir traversé une soupape de sécurité, arrive au mélangeur (fig. 29).

LE GAZOGÈNE A BOIS S. E. V.

Le gazogène S. E. V. peut utiliser le bois sous toutes ses formes, bois sec, bois torréfié. Il peut même éventuellement pour un dépannage, être alimenté au charbon de bois sans modification.

Les bois à utiliser doivent être secs, c'est-à-dire ne pas contenir plus de 20 p. 100 d'eau au maximum ; ils doivent être découpés en morceaux réguliers dont la plus grande dimension ne doit pas dépasser 8 centimètres et la plus petite 2 centimètres.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec des essences mélangées comportant une forte proportion de bois dur et au maximum 40 p. 100 de bois tendre ou 30 p. 100 de bois résineux.

Sous ces réserves, tout notre bois français, sauf le chataignier, conviennent à l'alimentation de ce gazogène.

L'ensemble de l'installation S. E. V. comprend le générateur de gaz, le refroidisseur condenseur, l'épurateur, le mélangeur et le ventilateur de départ.

Dans le générateur, nous trouvons comme d'habitude une trémie qui contient le combustible, et en dessous le foyer où s'opère la combustion, la trémie est réchauffée, dès que le foyer est allumé par le contact avec les gaz chauds qui en sortent.

Le foyer est du type à tuyères multiples. L'entrée d'air aux tuyères est commandée par une soupape anti-retour de flamme.

Les gaz sortent du foyer par la partie inférieure. Au passage dans la portion étranglée du foyer, qui se trouve au droit des tuyères, les goudrons provenant de la distillation du bois sont crackés et donnent naissance à de l'oxyde de carbone. A la partie inférieure du foyer est diposée une couche de charbon de bois au sens de laquelle se fait la réduction de l'anhydride carbonique.

Les gaz sortent du générateur par une ouverture qui se trouve à peu près aux deux-tiers de sa hauteur. Ils se

dirigent vers le refroidisseur condenseur où l'eau se dépose et le gaz subit une première épuration par détente et léchage des parois humides. Le refroidisseur-condenseur comporte un bouchon de vidange à la partie inférieure pour permettre son nettoyage périodique.

A la sortie du refroidisseur-condenseur, les gaz pénètrent dans l'épurateur qui se compose d'un cylindre vertical contenant une matière filtrante constituée par des menus fragments de liège. Les gaz traversent cette matière de bas en haut. A la partie supérieure ils passent dans un filtre anti-retour et de là sont dirigés vers le mélangeur.

Le mélangeur utilisé par S. E. V. est un Solex dont on trouvera par ailleurs la description.

Le ventilateur de départ comporte un moteur électrique fonctionnant sur le courant de la batterie qui aspire dans le gazogène au moment de l'allumage et également pour l'entretien de la combustion pendant la période de stationnement.

Afin de ménager la batterie d'accumulateurs, l'équipement comporte sur demande un transformateur qui permet de brancher le moteur du ventilateur sur le courant du secteur.

Dans les installations complètes, ce transformateur abaisseur de tension est utilisé pour recharger la batterie grâce à son accouplement avec un élément redresseur.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

LE GAZOGÈNE A BOIS S. E. V. (*suite*)

Disposition des organes.

Le générateur de gaz, le refroidisseur-condenseur et l'épurateur de l'installation S. E. V. sont montés sur un véhicule monoroue qui peut s'atteler en remorque à l'arrière du véhicule (fig. 30) ou au contraire s'accoupler à l'avant du véhicule : il porte alors le nom de prémorque (fig. 31).

Deux brancards en fer à U se réunissent à l'arrière où est disposée une douille verticale dans laquelle coulisse le tube de la fourche qui porte la roue de la remorque. Cette fourche, disposée comme une fourche de bicyclette s'oriente suivant le sens

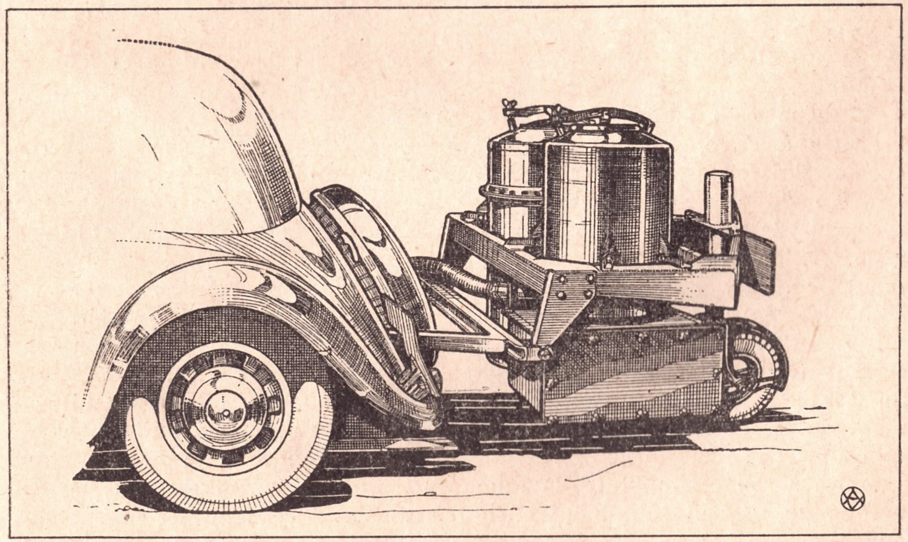


Fig. 30. — La remorque à gazogène S. E. V.

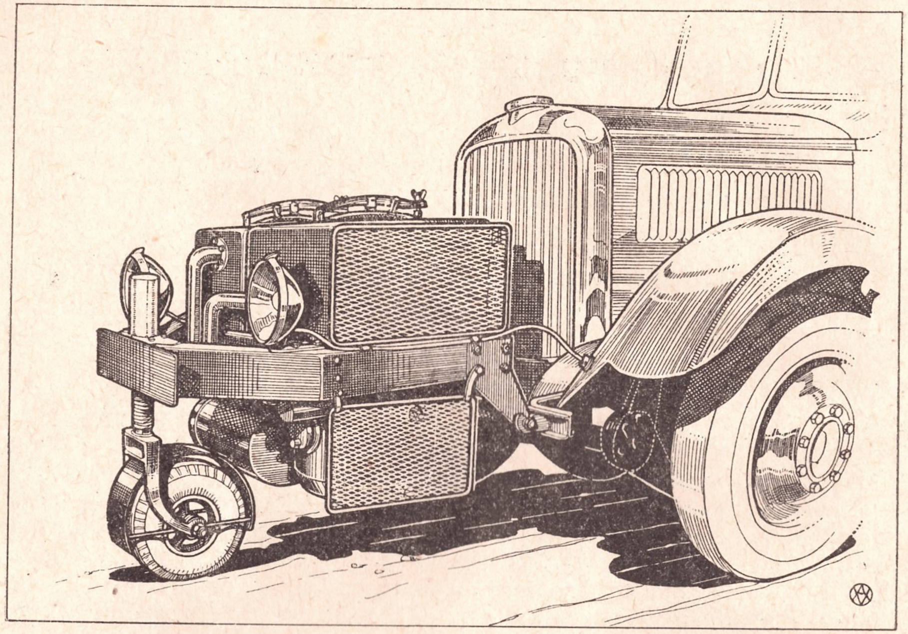


Fig. 31 — La prémorque à gazogène S. E. V.

et la direction de marche de la remorque.

La roue est munie d'un pneu-brouette à l'avant, l'extrémité de chacun des longerons est attelée à l'arrière du véhicule (montage en remorque) le châssis portant le gazogène fonctionne alors comme remorque monoroue.

Sur les véhicules utilitaires où l'on dispose d'une hauteur suffisante à l'avant il est plus avantageux de monter le dispositif en prémorque : le montage est absolument symétrique de celui de la remorque.

Grâce à son orientabilité, la roue unique du véhicule auxiliaire obéit aux changements de direction sans ripage latéral. Notons que ses oscillations autour de l'axe de la fourche sont freinées par un amortisseur à friction.

Le montage en prémorque avec une voiture de tourisme n'est, en général, pas possible, à cause de la hauteur des appareils qui masqueraient la vue du conducteur.

Dans ces installations, en particulier sur les voitures de tourisme, la Société S. E. V. s'est ingéniée à simplifier les manœuvres, à effectuer par le conducteur soit pour la mise en route, soit pour la conduite du véhicule, et à rendre cette dernière aussi facile que s'il s'agissait du moteur à essence. A cet effet, les commandes sont interconnectées de telle façon qu'en agissant sur un seul bouton ou

tirette, on met tous les organes intéressés dans la position convenable.

Le rayon d'action fourni par l'installation S. E. V. est important, puisqu'il permet un parcours sans recharge de 150 kilomètres sur une voiture légère et de 100 kilomètres sur un camion. La question entretien et nettoyage a été particulièrement étudiée. Le nettoyage en particulier peut être réalisé complètement au jet d'eau aussi simplement que possible et sans se salir.

Le but cherché par S. E. V. en montant ses appareils exclusivement sur véhicules séparés (remorques ou prémorques) est en particulier de se fixer un type unique qui peut par suite être construit en grande série et rouler sans aucune installation supplémentaire.

Ajoutons enfin que c'est incontestablement le montage des gazogènes sur remorques ou prémorques qui entraîne le moins de modifications pour la carrosserie de la voiture.

LE MÉLANGEUR SOLEX.

Ainsi qu'on l'a vu, certains constructeurs de gazogène présentent leur mélangeur. Mais beaucoup d'entre eux utilisent le mélangeur Solex à starter que nous allons décrire ici, en exposant ensuite son fonctionnement.

Le mélangeur Solex à starter se compose :

1° D'un « corps » formant le mélangeur proprement dit, terminé à chaque extrémité par une bride carrée permettant, d'une part, sa fixation sur la tuyauterie d'admission du moteur et, d'autre part, la fixation du tuyau d'arrivée du gaz. Dans ce corps se trouvent : la chambre de mélange et les papillons de réglage d'air, d'arrivée de gaz et d'accélération, dont nous reparlerons plus loin ;

2° D'un « starter » spécial alimenté en essence ou tout autre carburant volatil grâce à un petit réservoir auxiliaire-starter qui permet des départs immédiats et une mise en action rapide du gazogène. En outre, il autorise le déplacement du véhicule sur de petites distances sans l'aide du gazogène ;

3° Le cas échéant, d'un raccord d'aspirateur, muni lui aussi d'un papillon de communication entre mélangeur et aspirateur. Cet aspirateur est utilisé pour l'allumage du gaz et le départ du moteur sans emploi de carburant ;

4° Enfin le mélangeur est complété par des raccords droits ou coudés et orientables pour le raccordement de l'appareil au tuyau d'arrivée des gaz et une commande spéciale à levier fixée sur le tableau de bord — à portée de main du conducteur — groupant la tirette du starter ou de l'aspirateur et les deux leviers agissant sur les papillons d'air et de gaz.

Passons maintenant au fonctionnement et à la manœuvre de l'ensemble :

1° *Le moteur est froid et le gazogène n'est pas allumé.*

Le papillon de sortie du mélange occupant sa position normale de ralenti, fermer le papillon contrôlant la communication avec le gazogène.

Fermer complètement le papillon de réglage d'air.

Ouvrir le starter, puis actionner le démarreur.

La mise en marche du moteur étant obtenue, ouvrir davantage le papillon de sortie du mélange, puis ouvrir, *dans la mesure du possible*, le papillon contrôlant la communication avec le gazogène et procéder à l'allumage de ce dernier. Au fur et à mesure de la mise en action du gazogène, ouvrir le papillon.

Lorsque le moteur commence à galoper, accélérer, puis ouvrir progressivement le papillon d'air tout en maintenant le mélange *très riche* pour éviter de faire tourner le moteur à une vitesse excessive.

Au bout d'un temps compris généralement entre deux et quatre minutes on pourra passer à la marche au gaz.

Pour passer à la marche au gaz, accélérer le moteur, refermer le starter puis régler l'air de mélange au moyen de la commande du papillon.

2º *Le moteur est chaud et le gazogène est allumé.*

Si, après un temps d'arrêt plus ou moins long, le moteur ne part pas sur le gaz, procéder de la manière suivante :

Fermer le papillon contrôlant la communication avec le gazogène.

Laisser la manette d'air dans la position qu'elle occupait pour la marche au gaz ou, de toute façon, *ne pas fermer complètement* le papillon de réglage de l'air.

Ouvrir le starter, puis actionner le démarreur. Si le départ n'est pas immédiat, appuyer un peu sur la pédale d'accélération.

Maintenir le moteur à bonne vitesse et ouvrir *progressivement* le papillon contrôlant la communication avec le gazogène.

Lorsque le moteur commence à galoper, accélérer davantage, puis ouvrir progressivement le papillon d'air.

Pour passer à la marche au gaz, refermer le starter et régler à la demande du moteur l'ouverture du papillon d'air.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VI. — Gazogènes et appareils d'épuration *(Suite)*

LE MÉLANGEUR SOLEX *(Suite)*.

Marche au gaz. — Le réglage de la marche au gaz comporte deux opérations nettement distinctes.

L'une, le réglage du ralenti, ne doit être faite que de temps en temps, selon nécessité. L'autre, le réglage de la marche en charge, doit être faite de la façon habituelle, en fonction de la richesse du gaz.

a) *Réglage du ralenti.*

La *vitesse* du moteur au ralenti s'obtient, comme dans tous les carburateurs Solex, en ouvrant plus ou moins le papillon de sortie du mélange au moyen de la vis de butée du ralenti placée du côté du levier d'accélération.

Sur le même axe de papillon que celui portant la butée de réglage de la vitesse du ralenti, mais du côté opposé, est fixée une butée portant une vis freinée par un ressort et permettant de régler la *richesse* du mélange au ralenti, en raison de la conjugaison des papillons.

b) *Réglage de la marche en charge.*

Le levier d'air placé à portée de la main du conducteur permet à ce

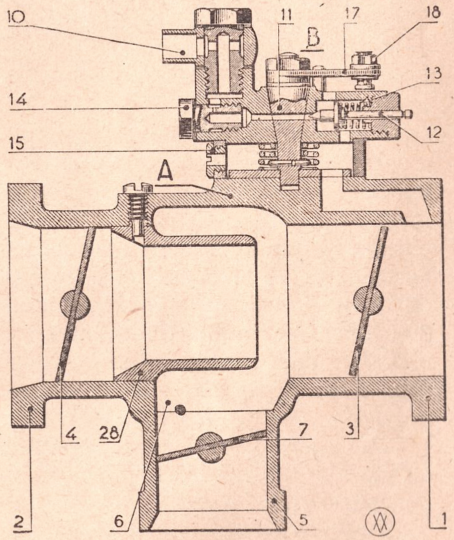


FIG. 32. — Mélangeur Solex à starter pour gazogène. — A. Corps mélangeur. — B. Starter. — 1. Bride carrée, côté moteur. — 2. Bride carrée, côté arrivée de gaz. — 3. Papillon d'accélération. — 4. Papillon d'arrivée du gaz. — 5. Entrée d'air. — 6. Chambre annulaire de mélange. — 7. Papillon de réglage d'air. — 10. Raccord orientable d'arrivée d'essence. — 11. Robinet commandant l'arrivée d'essence et la glace de starter. — 12. Pointeau d'admission d'essence. — Ressort du pointeau. — 14. Gicleur d'essence du starter. — 15. Gicleur d'air. — 17. Levier de commande du starter. — 18. Serre-câble. — 28. Buse du mélangeur.

dernier de régler l'ouverture du papillon d'air en fonction de l'état d'allumage du gazogène et de la qualité du combustible.

Cette manœuvre, bien connue des conducteurs de véhicules à gazogène, ne présente pas de difficulté spéciale.

Nous rappelons que le retour à la marche au ralenti est *automatique* en raison de la *conjugaison* des papillons d'air et de sortie du mélange. Ce dispositif de conjugaison — particulier à Solex — assure une consommation *très réduite* en utilisation.

L'allumage du gazogène au moyen de l'aspirateur et le départ au gaz se font par des manœuvres également très simples.

Si nous ajoutons que l'encombrement du mélangeur à starter est minime, que sa pose est extrêmement facile et qu'elle peut être faite dans n'importe quelle position : verticale, horizontale ou inversée, nous aurons fait la preuve que le nouvel appareil que Solex met aujourd'hui entre les mains de l'automobiliste est à la fois simple, pratique, complet et économique.

Voici maintenant le cas de l'emploi du gaz de ville. Il s'agit dès lors du « carburateur à gaz type K ».

Ce dernier existe en modèle vertical, horizontal ou inversé. Il est caractérisé par :

1° L'interposition entre le corps et le dessus de cuve de l'appareil d'une bride spéciale portant un raccord d'arrivée du gaz venant du détendeur.

La présence de cette pièce augmente la hauteur totale du carburateur de 22 millimètres, mais ne modifie en rien la disposition des commandes de papillon et de bistarter ;

2° La présence d'un volet de départ, qui permet le départ à froid et à chaud du moteur en faisant appel à la dépression régnant dans la tuyauterie d'admission.

La solution adoptée nécessite, en effet, que le gaz soit débité par le détendeur à une pression légèrement inférieure à la pression atmosphérique c'est-à-dire de l'ordre de — 5 millimètres d'eau ;

3° Un dispositif spécial supplémentaire de ralenti au gaz, qui consiste en deux piquages situés, l'un au niveau de la bride spéciale elle-même, l'autre sur le corps du carburateur, en aval du papillon de gaz. Un pointeau réglable freiné par un ressort assure le réglage qualitatif du gaz.

I. — *Départ à froid* : le départ à froid peut s'effectuer :

— soit à *l'essence*, au moyen du bistarter (starter à deux positions), le papillon de gaz étant *fermé* et le volet de départ *ouvert* ;

— soit au *gaz*, en obturant l'arrivée d'air du carburateur à l'aide du volet de départ et en *ouvrant* à moitié environ le papillon de gaz.

II. — *Marche normale* :

1° *Au gaz* : l'alimentation *au gaz* du moteur en marche normale est assurée, ainsi que sur les carburateurs de série, par le jeu du papillon de gaz commandé par la pédale d'accélérateur.

La richesse du mélange air-gaz est réglée à l'aide d'un gicleur spécial dit « gicleur gaz », de diamètre variable, vissé au niveau de la bride spéciale

située entre le corps et le dessus de cuve de l'appareil ;

2° *A l'essence* : l'alimentation du moteur en marche normale *à l'essence* est réalisée exactement comme sur les carburateurs de séries normales, la richesse du mélange air-essence étant réglée par la buse d'air, le gicleur d'alimentation et l'ajutage d'automaticité.

Il existe évidemment un assez grand nombre d'autres types de gazogènes et d'épurateurs. Nous pensons en avoir suffisamment dit sur ces appareils, pour que le lecteur même peu initié ait pu se rendre compte des principaux dispositifs utilisés pour fabriquer le gaz, le refroidir et l'épurer. Au fond, on retrouve toujours à peu près les mêmes éléments sur les différents types d'appareils et les dispositifs de détail seuls diffèrent : dispositifs de refroidissement des tuyères, systèmes de dépoussiérage, et surtout de nettoyage des filtres.

Ce que recherchent les constructeurs de gazogènes, on le voit, c'est d'établir des appareils dont la manipulation et l'entretien soient aussi faciles que possible.

VII. — Montage et installation des gazogènes sur les véhicules

Bien que l'usager des véhicules à gazogènes n'ait pas à effectuer le montage des appareils sur son véhicule, il est bon néanmoins qu'il connaisse les principes essentiels de ce montage, ne fût-ce que pour lui permettre de se rendre compte si tout a été fait convenablement avec l'installation et qu'il comprenne pourquoi certaines dispositions sont prises en vue, soit d'améliorer les conditions économiques de marche, soit d'augmenter les conditions de sécurité.

Quand on substitue le gaz de gazogène à l'essence pour l'alimentation du moteur, on constate immédiatement une perte de puissance considérable. Cette perte de puissance provient de ce que la masse de gaz carburé qui pénètre dans le cylindre au temps de l'aspiration contient une énergie calorifique beaucoup moins importante lorsqu'elle est constituée par de l'air et du gaz de gazogène que quand elle contient de l'air et de l'essence.

Dans le gaz de gazogène en effet, il y a à côté de produits actifs comme l'oxyde de carbone, le méthane et l'hydrogène, quelques impuretés : oxygène et vapeur d'eau, mais aussi une très large proportion d'azote, gaz inerte qui forme les 4/5 de l'air atmosphérique, qui, naturellement accompagnent celui-ci sans subir aucune transformation dans leur passage à travers le gazogène.

D'autre part, le gaz sortant du gazogène est porté à une très haute température, de l'ordre de 5 ou

600 degrés ; on cherche à le refroidir dans le refroidisseur d'abord, dans les appareils d'épuration ensuite, mais, quoiqu'on fasse, il est toujours trop chaud quand il arrive au moteur. Or, on sait qu'un gaz chaud occupant un volume déterminé a une masse moindre que ce même gaz quand il est froid.

Enfin, la circulation de l'air depuis la tuyère où l'alimentation du foyer du gazogène jusqu'au moteur, en traversant la zone de combustion, le refroidisseur, les épurateurs et surtout les filtres ne se fait que grâce à la différence entre la pression qui règne dans la tuyauterie d'aspiration du moteur et la pression atmosphérique : c'est cette différence qu'on appelle la dépression et cette dépression, plus elle est grande, plus elle raréfie le gaz arrivant au moteur : autre cause, par suite, qui réduit la masse d'un volume déterminé qui entre à chaque tour dans le cylindre.

Lors de l'installation d'un gazogène sur un véhicule, on s'efforcera naturellement d'atténuer dans la mesure du possible les inconvénients provoqués par la perte de puissance. Pour cela, on diminuera chaque fois qu'on le pourra les causes des pertes de masse du gaz introduit dans le cylindre et on prendra par ailleurs toutes mesures efficaces pour améliorer la puissance spécifique du moteur en utilisant les propriétés indétonantes du gaz de gazogène.

Les premières précautions (refroidissement des gaz et recherche d'une faible dépression) dépendent entièrement du gazogène et de ses annexes. Les autres (augmentation du rapport volumétrique et éventuellement utilisation d'un compresseur) se rapportent au moteur.

Il faudra donc, si l'on veut tirer tout le parti possible d'une installation de gazogène, procéder à une transformation du moteur en même temps que choisir un appareil et réaliser une installation la plus adéquate au fonctionnement optimum.

La façon de transformer un moteur qui conserve la puissance la plus élevée varie avec le type du moteur, mais son principe est toujours le même : il consiste à augmenter le rapport volumétrique ou à diminuer le taux de compression. Nous avons examiné cette question dans la première partie du *Cours d'Automobile* (chap. IV, pages 13 et suivantes).

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VII. — Montage et installation des gazogènes sur les véhicules *(Suite)*

Montage de l'installation.

Nous n'entrerons pas dans le détail du montage de l'installation qui est du domaine de l'adaptateur et non de l'usager.

Ce que nous en dirons permettra cependant à ce dernier de suivre les travaux et éventuellement d'en apprécier la bonne exécution.

Pour réduire autant que possible la température du gaz, qui sort du générateur à 250 ou 350 degrés, suivant le type, il faut disposer convenablement le refroidisseur et la tuyauterie.

Le gaz ne doit arriver à l'épurateur qu'à une température au plus égale à 60°. L'expérience montre que, pour atteindre ce but, la surface du refroidisseur et des tuyauteries doit être d'au moins 60 décimètres carrés par litre de cylindrée à 2.000 tours. C'est d'ailleurs là un minimum.

Le refroidisseur sera fixé de préférence sous le châssis et perpendiculairement à son axe ; c'est là, en effet, qu'il sera le plus accessible ; à la rigueur, on pourra le mettre sur le toit de la cabine.

Les appareils étant posés, on entreprendra le chaudronnage des tuyaux, qui sont en acier étiré de 2 ^{mm},5 à 3 millimètres d'épaisseur environ. Pour déterminer leur section, on peut se baser sur les chiffres suivants :

Pour moteur de 25 à 45 CV : diamètre, 70 millimètres du générateur au refroidisseur ;

60 millimètres du refroidisseur à l'épurateur ;

54 millimètres du refroidisseur au mélangeur.

Pour moteur de 45 à 70 CV : diamètre, 80 millimètres du générateur au refroidisseur ;

70 millimètres du refroidisseur à l'épurateur ;

60 millimètres de l'épurateur au mélangeur.

Pour moteur de 70 à 100 CV : diamètre, 102 millimètres du générateur au refroidisseur ;

89 millimètres du refroidisseur à l'épurateur ;

70 millimètres de l'épurateur au mélangeur.

Le premier tuyau du générateur au refroidisseur présentera le moins de coudes possible. Il sera chaudronné

au sable ou, s'il est possible, à la manchine hydraulique. Au pis aller, on pourra le constituer par des segments de coudes du commerce soudés, ce qui offre une solution moins bonne.

Le circuit ainsi réalisé est le circuit normal.

Pour certains types d'appareils d'ailleurs nombreux, il sera nécessaire d'établir un circuit d'hiver dit circuit de réchauffage, qui a pour but de diminuer la surface de refroidissement afin d'augmenter rapidement par temps froid la température à l'intérieur de l'épurateur. Pour cela, on reliera par un tube transversal les deux tuyauteries allant du refroidisseur au générateur et à l'épurateur. Ce tube sera démontable entre une ou deux brides, dont l'une recevra un volet à commande thermostatique ou à main.

Du point de vue sécurité, on ne devra pas oublier de protéger toutes les parties du véhicule voisines du générateur par des écrans en tôle et carton d'amiante. Les surfacesvoisines de la trémie devront elles-mêmes être protégées. Il est vrai que dans la marche normale du gazogène, la trémie doit rester froide, mais il est possible qu'à la suite d'une prise d'air en haut du générateur, le feu monte progressivement jusqu'en haut de la trémie.

D'autre part, quand le générateur est presque vide, la trémie chauffe également. L'utilisation d'écrans est indispensable chaque fois que la distance entre l'élément à protéger et le générateur est inférieure à 8 centimètres pour des éléments en métal ou 20 centimètres pour des éléments en bois. Au point de vue sécurité, on ne devra pas oublier non plus de monter une grille de protection à hauteur du foyer. Cette grille pourra être constituée par une tôle perforée de 1 millimètre d'épaisseur de 50 centimètres de haut environ et de largeur égale au diamètre du foyer. Elle ne doit pas être en contact avec le foyer. D'autre part, elle sera articulée à sa partie supérieure de façon à pouvoir être relevée.

Deux accessoires qu'on peut considérer comme indispensables pour la bonne conduite du véhicule à gazogène sont, d'une part un thermomètre à distance dont le corps sera placé à l'intérieur de l'épurateur en amont des toiles des filtres : le conducteur pourra grâce, à ses indications, utiliser judicieusement son circuit de réchauffage et le fermer dès que la température atteint 120°.

L'autre appareil est un indicateur de dépression qui sera relié à l'épurateur en aval des toiles. Il comportera une deuxième prise en amont de ces mêmes toiles. Grâce à un robinet à trois voies ou à deux robinets simples, montés chacun sur une prise, l'appareil permettra de vérifier la dépression avant et après l'épurateur.

Le conducteur pourra ainsi se rendre compte immédiatement si le dit épurateur a besoin d'être nettoyé. En marche normale, la différence de pression avant et après les toiles ne doit pas dépasser 50 grammes par centimètre carré.

Au cours de la mise au point qui suivra l'installation, le réglage du carburateur (et du mélangeur) et l'avance à l'allumage devront être effectués très soigneusement.

Enfin, il sera bon de demander à

l'installateur du gazogène une garantie effective pour le bon fonctionnement pendant une durée d'au moins six mois.

La marche mixte au gazogène des moteurs Diesel.

Nous avons précédemment indiqué les transformations qu'il était opportun de faire subir à un moteur à essence, pour l'adapter au mieux à la marche au gazogène. Parmi ces transformations, la plus importante porte sur l'augmentation du rapport volumétrique. On se fixe généralement pour celle-ci, une valeur comprise entre 8 et 9, non pas qu'on ne puisse aller plus haut, avec le gaz de gazogène, mais bien parce que pour les compressions plus élevées, on éprouve certaines difficultés, pour la mise en marche à l'allumage des moteurs et que d'autre part les organes du moteur à essence n'ont pas été prévus pour des pressions maximum, aussi élevées que celles qu'on obtient avec des rapports volumétriques supérieurs à 9.

Je sais bien que la pression d'explosion du mélange d'air et de gaz de gazogène est inférieure, toutes choses égales, à celle de l'air carburé à l'essence mais néanmoins, elle peut dans certains cas, se montrer dangereuse, si le rapport volumétrique est très élevé.

Quand il s'agit d'utiliser un moteur Diesel pour la marche au gazogène, le problème est tout autre. Dans le moteur Diesel en effet ; le rapport volumétrique varie entre 14 et 17 et les éléments du moteur sont toujours largement calculés pour supporter des pressions maximum supérieures à celles qui seront produites par la combustion du gaz de gazogène.

Au lieu d'augmenter le rapport volumétrique du Diesel, on le diminue en général, ce qui est facile d'ailleurs par changement de pistons. Mais d'autres transformations se révèlent comme nécessaires : il faut remplacer la pompe par un appareil d'allumage et les injecteurs par des bougies. Dans les moteurs à anti-chambre, la bougie se trouve assez mal placée, si on la met simplement à la place de l'injecteur et on peut être amené par suite à d'autres transformations, souvent onéreuses.

D'autre part, le moteur Diesel que l'on transforme pour la marche au gazogène, subit une véritable dégradation parce qu'il a été étudié et construit d'une façon plus onéreuse qu'il ne serait nécessaire, pour sa nouvelle utilisation. C'est pourquoi on a pensé à un autre mode de fonctionnement du moteur Diesel ; qu'on a appelé *fonctionnement mixte* et qui comporte l'utilisation simultanée d'une faible proportion de gas-oil et pour le reste de gaz de gazogène. L'allumage du mélange air-gaz de gazogène, est provoqué par la combustion du gas-oil introduit.

Décrivons d'abord succinctement ce mode de fonctionnement.

Quand un moteur Diesel tourne au ralenti à vide, l'injection d'huile est réduite à peu près à 20 p. 100 de la quantité qui correspond à la marche à pleine puissance ; cette quantité est celle qui est suffisante pour provoquer l'inflammation et assurer la rotation continue du moteur. On sait, d'autre part, que l'allure et la charge du moteur Diesel sont réglées d'une façon

différente de celle qu'on utilise dans un moteur à explosion.

Dans un moteur à essence, la régulation se fait par variation de la quantité de gaz carburé admis, le dosage de la carburation restant sensiblement constant. Dans le Diesel au contraire, on admet toujours l'air à pleine admission quelle que soit la puissance qu'on demande au moteur et cette puissance est réglée par la quantité de combustible injectée.

Supposons maintenant qu'au lieu d'introduire de l'air pur dans le Diesel, nous introduisions de l'air carburé au gaz de gazogène, avec un excès d'air suffisant. Ce gaz est introduit pendant le temps de l'aspiration et c'est lui qui est comprimé au temps de la compression. Au moment où le piston arrive au voisinage du point mort supérieur, la pompe d'injection envoie une petite quantité de gas oil dans les injecteurs et de là, au cylindre. Ce gas oil qui pénètre dans le cylindre s'enflamme grâce à la température élevée du gaz qui a été comprimé et peut brûler, puisqu'il trouve dans ce gaz une quantité d'oxygène suffisante. En même temps, ou plutôt immédiatement après qu'il s'est enflammé, le gas oil met le feu à la charge combustible constituée par le mélange de gaz de gazogène. et d'air. La force de l'explosion de cette masse s'ajoute à celle de la combustion du gas oil et le moteur reçoit ainsi une impulsion supplémentaire.

On pourra régler la marche et la puissance du moteur comme dans un moteur à explosion en étranglant, au moyen d'un papillon, l'entrée du gaz combustible fourni par le gazogène et en laissant constante la quantité de combustible liquide qui provoque l'allumage. On voit ainsi que la modification à apporter au moteur Diesel pour la marche au gazogène est extrêmement faible : il suffit en effet, d'agir sur la commande du régulateur de la pompe (et bien entendu de monter un gazogène et ses épurateurs comme dans le cas général).

Malheureusement, cette solution implique obligatoirement la possibilité de disposer d'une certaine quantité de gas oil. Mais, on peut dire que chaque fois que cette obligation sera remplie, on aura pu réaliser le meilleur mode possible de transformation du véhicule, puisqu'on y retrouvera accessoirement des avantages importants.

D'abord aucune modification au moteur, et possibilité par suite de revenir à la marche totale au gas oil lorsqu'on disposera de nouveau de ce combustible. D'autre part, la perte de puissance provoquée par la substitution du gaz de gazogène au combustible liquide sera atténuée, d'une part, et, d'autre part, elle aura des conséquences beaucoup moins graves que quand le gaz de gazogène est utilisé seul.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VII. — Montage et installation des gazogènes sur les véhicules *(Suite)*

Dans l'utilisation courante du camion en effet, le moteur fonctionne souvent à charge réduite : c'est le cas pour la marche en palier et, en général sur route peu accidentée, quand le camion est chargé. C'est le cas absolument général, quand le camion circule à vide. La perte de puissance n'est gênante que pour l'ascension des rampes, lorsque le véhicule est chargé et éventuellement pour une accélération exigée par un dépassement ou le passage d'un mauvais pas. Or, à ce moment, on pourra toujours faire fournir au moteur une puissance supplémentaire en augmentant temporairement l'injection de gas oil ; la performance du véhicule pourra donc ne pas être pratiquement changée et cela, pour une consommation de combustible liquide très faible.

Voici maintenant les résultats obtenus.

En utilisant le gaz de gazogène, l'économie du combustible d'inflammation (gas oil) peut atteindre 80 p. 100 compte tenu des démarrages et de la marche au ralenti.

La mise en route du moteur se fait avec la plus grande facilité : on fait, en effet, démarrer le moteur comme un Diesel ordinaire, par injection de gas oil. Une fois le moteur en route, l'allumage du gazogène se fait progressivement. Quand l'allumage est terminé, le débit de la pompe d'injection est réduit au moyen d'une butée supplémentaire limitant la course de la crémaillère de réglage.

Pour la marche au ralenti, on arrête l'arrivée du gaz au générateur et le moteur aspire de l'air pur. L'arrêt s'obtient en coupant complètement le débit du gas oil.

La consommation de l'ensemble du combustible utilisé dans le gazogène et du gas oil servant à l'allumage reste sensiblement inférieure à la consommation du moteur transformé pour fonctionner au gaz de gazogène seul.

Ce résultat est dû, d'une part, au taux de compression plus élevé et, d'autre part, à l'augmentation du rendement thermique provoqué par l'élévation en pointe de la pression provoquée par l'inflammation de l'air carburé au gaz.

Voici quelques consommations relevées sur différents moteurs :

Berliet Ricardo : MDB 5 R Comète II. Gazo-Sabatier Decauville. Charge utile 15 T 10 litres de gas oil aux 100 kilomètres au lieu de 40-45. Perte de puissance peu sensible.

Saurer : TDV et T. Consommation 8 à 10 litres au lieu de 33 à 35. Perte de puissance 18 p. 100 à 1.000 t/m.

Latil : HIL 4 cyl. gazo Gohin-Poulenc. Charge utile 9 t., 5 litres de gas oil aux 100 kilomètres. Perte de puissance 10 p. 100 environ.

Bernard : Gardner 6 L. W, 6 litres de gas oil aux 100 kilomètres au lieu de 22 litres. Perte de puissance 15 p. 100 environ.

Renault : 4 cyl. 125 × 170. Charge utile 3 t. Gaso-Suca 10 litres de gas oil aux 100 kilomètres au lieu de 40. Perte de puissance peu sensible.

Rochet-Schneider : Type 355. Charge utile 15 t., 30 p. 100 de consommation de gas oil.

Caterpillar : Type DN 6 cylindres gazogène Brandt. Consommation de gasoil 28 p. 100 pour une puissance sensiblement identique à 1.400 t/m régime d'utilisation mesuré au banc.

Notons enfin qu'on peut éventuellement substituer au gasoil un autre combustible liquide, par exemple de l'essence additionnée de 5 à 10 p. 100 de gasoil ou bien de l'huile végétale. Nous ne mentionnons ce dernier combustible que pour mémoire, la rareté des huiles végétales interdisant leur emploi dans les moteurs pour le moment.

VIII. — Utilisation d'un véhicule avec gazogène.

Les constructeurs de gazogènes ont eu soin de rédiger des notices, en général très détaillées, sur l'utilisation de leurs appareils, leur entretien et la façon de procéder aux réparations élémentaires que l'utilisateur peut avoir à exécuter. Nous ne saurions prétendre ici faire mieux que chacun des constructeurs. D'ailleurs la diversité des appareils mis sur le marché fait qu'on ne peut bien connaître l'un d'eux qu'en utilisant la notice qui lui est spécialement consacrée.

Néanmoins, il est des principes généraux dont les notices d'utilisation ne sont en somme que la traduction et l'adaptation à un type déterminé d'appareil. L'exposé de ces principes généraux servira donc de base et de ligne de conduite au conducteur d'un véhicule à gazogène qui pourra, en partant d'eux et avec un peu de réflexion, reconstituer les recettes qui sont énoncées avec détail dans chaque notice particulière.

Principes généraux d'utilisation des gazogènes.

L'utilisation d'un véhicule à gazogène comporte plusieurs stades :

1° Remplissage du générateur.

2° Mise en marche du générateur et ensuite du moteur.

3° Utilisation du véhicule sur la route.

4° Arrêt.

5° Entretien courant.

6° Nettoyage périodique.

Les principes généraux que nous allons rappeler s'appliquent naturellement à chacun des stades d'utilisation que nous venons d'énumérer.

Avant tout et en dehors de toute considération technique, il faut rappeler qu'un gazogène, qu'il soit fixe ou monté sur un véhicule, fait courir, non seulement à ceux qui l'utilisent, mais encore à un degré égal, à ceux qui se trouvent à proximité, un danger certain d'intoxication et aussi un danger d'incendie.

L'intoxication par l'oxyde de carbone est d'autant plus sournoise que ce gaz pur est inodore et que, par suite, on le respire sans s'en douter. Son action n'est pas immédiate, et au moment où on en constate les effets, l'intoxication est souvent fortement avancée.

Cette intoxication peut se traduire de deux façons. Si elle est massive, elle peut provoquer immédiatement la mort et dans tous les cas des syncopes, vomissements, symptômes caractéristiques de l'empoisonnement. Si, au contraire, elle est lente et continue elle peut passer inaperçue pendant quelque temps, mais elle n'en est que plus grave : l'oxyde de carbone a, en effet, une action sur l'hémoglobine du sang et un intoxiqué lent à l'oxyde de carbone devient anémique, s'étiole et finit généralement d'une façon prématurée si l'intoxication se perpétue.

On devra donc prendre grand soin de ne faire fonctionner un gazogène qu'au grand air, ou si le véhicule sur lequel il est monté est dans un local, évacuer au dehors les gaz qui peuvent s'échapper pendant l'allumage ou après l'arrêt du moteur.

S'il est impossible de prévoir une évacuation de gaz suffisante, le local devra être largement aéré et on ne devra faire fonctionner le gazogène dans le local que pendant le minimum de temps.

Le danger cesse ou au moins diminue très largement dès que le moteur du véhicule est en route : il se trouve réduit dans la même proportion à ce moment que pour un véhicule alimenté à l'essence.

Il existe des instruments dits toximètres qui donnent par simple examen la teneur en oxyde de carbone de l'air qui les entoure.

Ces instruments se présentent extérieurement un peu comme un thermomètre et leur usage doit être tout à fait de règle dans tout local où sont amenés à stationner des véhicules à gazogènes. Pendant la mise en marche du gazogène et avant le démarrage du moteur, les gaz encore peu combustibles sortant de l'appareil sont envoyés dans l'atmosphère. Il convient, dès que le ventilateur d'allumage est en mouvement, de présenter une torche allumée et de la maintenir en permanence à la sortie du tube d'évacuation des gaz afin que toute trace d'oxyde de carbone soit brûlée avant de se mélanger à l'air.

On devra naturellement prendre soin de se tenir aussi loin que possible de l'orifice du tuyau.

Il y a aussi un danger d'incendie qui, pour être moins grave que le danger d'empoisonnement, n'en existe pas moins. N'oublions pas que le gazogène, c'est, au fond, un poêle à combustion lente qui brûle. On l'allume avant la mise en route du véhicule et à ce moment, il n'est pas dangereux parce qu'on s'occupe de lui et on va l'utiliser au bout de peu de temps. Mais il ne s'éteint complètement que plusieurs minutes, voire plusieurs quarts d'heure après que le moteur a été arrêté et le véhicule remisé pour la nuit.

Il faut donc éviter de placer des véhicules à gazogènes à proximité d'éléments combustibles comme l'essence ou tout autre carburant.

Dans un garage où on utilise simultanément des véhicules à essence ou des véhicules à gazogènes, il conviendra de séparer aussi complètement que possible les uns des autres et en tout cas de ne laisser aucune provision de combustible liquide à proximité du lieu de garage des véhicules à gazogènes.

***

Passons maintenant aux conditions générales d'utilisation.

Rappelons d'abord (ce qu'on oublie parfois) que pour obtenir satisfaction d'un véhicule équipé avec gazogène, il faut que les éléments mécaniques de ce véhicule soient bien adaptés pour la marche au gazogène et en parfait état. Quand un moteur ne peut pas démarrer ou bien donne une puissance beaucoup plus réduite que la normale, on est toujours tenté d'incriminer le gazogène ou l'un de ses éléments. Or, il arrive que c'est au contraire un organe mécanique du moteur qui est défaillant, organe d'allumage, de graissage, ou bien élément du châssis, frein qui frotte, transmission mal alignée, etc...

Maintenons donc le moteur et tous les autres éléments du véhicule en parfait état et assurons-nous, avant toute chose que ce parfait état existe.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VIII. — Utilisation d'un véhicule avec gazogène.

Quand le moteur comporte un starter ou un carburateur à essence que l'on peut utiliser pour la mise en marche, la vérification du bon état du moteur et de ses annexes sera facile grâce précisément au combustible liquide. On pourra faire tourner le moteur à l'essence et s'il fonctionne bien avec le carburant liquide, on aura tout apaisement pour passer au fonctionnement sur gazogène.

Pour qu'un véhicule à gazogène fonctionne dans de bonnes conditions, il faut que le gaz fourni par le gazogène soit de bonne qualité, c'est-à-dire que tout l'anhydride carbonique formé dans le gazogène ait été transformé en oxyde de carbone. Il faut aussi que tout l'air qui a traversé le gazogène se soit combiné avec le carbone.

Cela ne sera réalisé que si le gazogène est bien allumé ; si le combustible arrive régulièrement dans le foyer et si aucune prise d'air anormale n'existe. Les seuls points par lesquels l'air doit pénétrer dans le gazogène sont les orifices d'alimentation prévus, tuyères ou autres. Toutes les portes, que ce soit celle de la trémie, celle du foyer, celle d'allumage si elle existe, celle des épurateurs ou de la boîte à filtre, doivent être rigoureusement étanches.

Le fonctionnement du moteur sera correct avec du gaz correct, à la condition que le mélange d'air et de gaz soit convenablement dosé par le mélangeur. La plupart des mélangeurs exigent, pour que le mélange soit correct, l'intervention du conducteur qui règle, en général, la quantité d'air admis. Les vieux conducteurs retrouvent un peu dans le mélangeur, les organes qu'ils ont connus il y a plus de trente ans dans les carburateurs à prise d'air commandée.

Pour que le moteur donne sa puissance normale, il faut que le gaz provenant du gazogène lui arrive sous une pression suffisante. Or, les obstacles que ce gaz rencontre sur son passage sont nombreux : foyer du gazogène, sécheur, épurateur, filtre. Ces obstacles, il ne les traverse que sous l'influence de la pression atmosphérique qui agit derrière lui et de l'aspiration que produit le moteur, autrement dit, la dépression. Si l'installation est bien faite, c'est-à-dire si les tuyauteries ont un diamètre suffi-

sant et les filtres une surface convenable, la dépression totale ne doit pas excéder un mètre d'eau. Le point principal où se produit la dépression la plus importante c'est la traversée des filtres. Aussi, comme nous l'avons indiqué dans un chapitre précédent, devra-t-on monter en cet endroit, en amont et en aval du filtre, des prises d'indicateurs de dépression qui donneront au conducteur l'indication que ce filtre a besoin d'être nettoyé.

Pour que le gaz soit bon et convenablement dosé, il faut aussi que, entre l'endroit où il est formé, c'est-à-dire le générateur et celui où il est utilisé, c'est-à-dire le moteur, il n'y ait aucune prise d'air intempestive, d'où nécessité que nous avons indiquée tout à l'heure, d'avoir des portes et des joints parfaitement étanches.

L'extrême propreté de l'appareil épurateur et du générateur lui-même est indispensable pour que le fonctionnement soit correct. Les constructeurs indiquent toujours le nombre de kilomètres que l'on peut parcourir entre deux nettoyages consécutifs. L'utilisateur acquerra très vite la notion de ce qu'il est nécessaire de faire et les périodes réelles qui doivent séparer deux nettoyages par rapport aux périodes théoriques indiquées sur la notice.

Chargement du générateur.

Le chargement du générateur, opération facile, nécessite néanmoins certains soins.

Quel que soit le combustible employé, charbon de bois, bois ou charbon minéral, il est toujours avantageux, quand on garnit pour la première fois un générateur ou qu'on le garnit après nettoyage complet, de disposer une certaine quantité de charbon de bois en morceaux assez menus dans la zone correspondant au foyer. Par dessus ce charbon de bois on versera le bois coupé en morceaux convenablement calibrés, le charbon de bois ou le charbon minéral utilisé normalement pour l'alimentation. On devra vérifier, en passant un ringard dans l'axe de la trémie, que le combustible ne forme pas voûte au-dessus du foyer, tout en évitant de tasser ce combustible exagérément,surtoutdans le cas du charbon de bois.

Après remplissage, on fermera soigneusement la porte de la trémie après avoir passé un chiffon ou mieux un pinceau ou une brosse sur les surfaces qui doivent former joint pour en chasser tous les petits morceaux de charbon qui ont pu y tomber. On s'assurera après chaque grand nettoyage, que toutes les portes ou orifices de visite ou de vidange de toute l'installation sont bien fermés. Ensuite seulement on pourra procéder à l'allumage.

Allumage du gazogène et mise en route du moteur.

Deux cas se présentent, suivant que le moteur est muni d'un carburateur ou d'un starter à essence ou bien qu'il doit partir directement sur le gaz. Nous parlerons d'abord de ce dernier cas, la mise en route avec l'aide de l'essence étant beaucoup plus facile.

Sur la presque totalité des installations existantes, le ventilateur qui est destiné à créer la circulation de l'air et du gaz dans le générateur

aspire dans celui-ci. Nous ne considérerons donc que ce cas. Ce ventilateur est monté sur une tubulure branchée sur la tubulure principale d'amenée du gaz au moteur. Un papillon ou un robinet est placé sur cette tuyauterie et permet d'isoler complètement le ventilateur.

La première chose à faire est d'ouvrir la valve d'isolement du ventilateur et de fermer le papillon d'admission des gaz au moteur, de même que le papillon d'admission d'air ; autrement dit, il faut que le v entilateur quand il aspire ne puisse aspirer que dans le générateur et pas dans le moteur ni dans l'atmosphère.

La tubulure dans laquelle est monté le ventilateur débouche directement à l'extérieur : c'est à son orifice qu'on fera l'essai d'allumage. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, il faut autant que possible effectuer l'allumage hors du garage. Si c'est impossible, chercher à évacuer les gaz à l'extérieur ou au moins bien ventiler le local et éviter de respirer le gaz qui sort de l'échappement du ventilateur. Le ventilateur est normalement alimenté par la batterie d'accumulateurs du véhicule. Dans certains dispositifs, comme par exemple le ventilateur S. E. V., on peut utiliser le courant du secteur par l'intermédiaire du transformateur pour mettre le ventilateur en route. Chaque fois qu'on disposera d'une prise de courant sur le secteur, on ne manquera pas de l'utiliser pour éviter une fatigue excessive de la batterie.

On met donc le ventilateur en route et alors seulement on présente une torche devant l'orifice d'allumage du générateur. Cette torche peut être un simple morceau de papier roulé, un tampon de coton ou d'amiante imbibé d'essence, d'alcool, de pétrole ou de gasoil. Enfin, si l'on dispose d'une fusée d'allumage, dispositif pyrotechnique qui facilite la mise en route du générateur, l'allumage du générateur est presque instantané et en tout cas ne demande que quelques secondes. Il n'y a plus qu'à attendre que le feu se développe dans le foyer et que la température de celui-ci s'élève suffisamment pour que les réactions entre l'oxygène de l'air et le charbon se développent.

Dès que le générateur est alimenté, si l'on opère dans un local fermé, on doit présenter une torche allumée à l'orifice du tuyau d'échappement du ventilateur. Tout d'abord, le gaz qui en sort ne brûle pas, puis, peu à peu, il s'enflamme pour s'éteindre dès qu'on éloigne la torche. Enfin, au bout d'un instant, il brûle d'une façon continue en donnant une flamme jaunâtre entourée d'une auréole bleue ; quand la combustion est régulière et se fait sans ronflement anormal, on peut considérer que le gaz est bon. On va pouvoir tenter la mise en route du moteur. Celui-ci étant prêt pour le démarrage, on arrête le ventilateur, on ferme la valve d'isolement, on ouvre l'admission des gaz et on ouvre très légèrement l'admission d'air. On met le contact et on agit sur le démarreur. Le moteur doit partir au bout de quelques tours, juste suffisants pour vider d'air les dernières portions de la tuyauterie.

Dès que le moteur tourne, le maintenir à une allure assez élevée en

n'admettant que peu d'air, de façon à provoquer un violent courant d'air dans le gazogène pour activer le feu. On peut d'ailleurs démarrer dès maintenant et s'en aller en observant cette précaution de ne donner au début que très peu d'air additionnel.

Si on dispose d'un carburateur à essence ou d'un simple starter, on commencera à mettre le moteur en route sur le combustible liquide et après l'avoir laissé tourner quelques secondes pour le chauffer légèrement, on ouvrira partiellement l'admission de gaz et on présentera une torche à l'allumage du générateur. On pourra en général démarrer immédiatement en augmentant progressivement l'admission des gaz, en ouvrant progressivement l'air et en fermant l'arrivée d'essence dès que le moteur fonctionnera correctement sur le gaz.

Conduite d'un véhicule à gazogène.

La conduite d'un véhicule à gazogène nécessite quelques précautions supplémentaires par rapport à celles qu'on prend dans la conduite d'un véhicule à essence. Le conducteur devra toujours penser qu'il fabrique du gaz pendant la marche et qu'il lui appartient, par conséquent, de conserver toujours à ce gaz la meilleure qualité possible.

Le gaz ne se produit pas instantanément quand le générateur ne marche pas à plein régime. Il y a un certain retard entre une période de ralenti par exemple, et celle où on peut effectivement faire une reprise.

Pendant la marche en palier ou en côte, aucune précaution spéciale n'est à observer, sauf de doser aussi exactement que possible le mélange avec la manette du correcteur d'air. Marcher toujours dans ces conditions, avec le maximum d'air possible ; autrement dit ouvrir le correcteur d'air jusqu'au moment où on sent que la puissance diminue. En même temps on donne largement de l'avance à l'allumage, le cliquetis n'étant pas à craindre avec le gaz de gazogène.

Quand on veut changer brusquement d'allure, quelques précautions sont indispensables. Pendant une descente par exemple, où avec l'essence on marcherait papillon fermé, il faut songer à entretenir le feu dans le gazogène.

Pour cela, on ne fermera pas complètement l'arrivée du gaz, mais on réduira la puissance du moteur en fermant l'arrivée d'air. On provoquera il est vrai, ainsi le gaspillage du combustible, mais à ce prix seulement, le générateur pourra rester convenablement allumé.

Dans tous les cas, en bas d'une longue descente, et avant d'aborder la côte qui suit, on devra ouvrir en grand l'admission des gaz, puis progressivement au moment où on arrive dans la côte, l'air supplémentaire.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

VIII. — Utilisation d'un véhicule avec gazogène.

Quand on marche au ralenti, dans le trafic par exemple, on devra laisser, comme dans la descente, l'admission de gaz assez largement ouverte, en dosant la puissance par l'admission de l'air, toujours dans le même préoccupation.

En général, éviter des variations brusques d'admission du gaz, surtout quand on a quelques raisons de croire que le feu du gazogène n'est pas très vif.

Arrêt du véhicule.

Pour arrêter le véhicule, pas d'autres précautions à prendre que de fermer complètement l'arrivée des gaz et de couper l'allumage. A ce moment, il peut se produire une surpression dans tous les appareils contenant du gaz et en particulier dans le gazogène, surpression due à ce fait qu'au moment de l'arrêt brusque de l'écoulement des gaz une certaine quantité de ceux-ci sont emprisonnés dans le gazogène et tendent à s'échapper. D'où la nécessiter des clapets antiretour qui doivent être montés sur les prises d'air du générateur.

Ne pas oublier qu'un générateur qui vient de fonctionner ne s'éteint pas instantanément. Il peut continuer à dégager encore un peu d'oxyde de carbone, donc est toujours dangereux au point de vue toxique. Il reste à assez haute température pendant quelque temps et peut, par suite, présenter certains dangers d'incendie.

Il sera bon de surveiller le véhicule pendant quelques instants après son arrêt et de ne l'abandonner complètement à lui-même que quand le gazogène sera à peu près froid.

Mise en veilleuse du générateur.

Pour un arrêt qui ne doit pas durer longtemps, soit moins de vingt minutes par exemple, il n'y a pas de précautions spéciales à prendre pour la mise en veilleuse : le foyer du générateur reste généralement assez chaud pour pouvoir être rallumé, soit par un coup de ventilateur, soit même par une mise en route directe du moteur. Si on prévoit que l'arrêt doit être plus long, on s'empressera de maintenir le feu dans le générateur en entretenant un certain courant d'air dans le foyer.

On peut y arriver dans tous les cas

en entrouvrant légèrement la porte supérieure de la trémie et en admettant l'air soit par les orifices normaux, d'arrivée pour les générateurs à combustion directe, soit par la sortie du gaz (en fermant dans ce cas l'arrivée d'air normale) pour les générateurs à combustion inversée ou latérale.

Précautions à prendre avant un rechargement.

Quand on effectue le rechargement en marche, ce qui est possible et même recommandé de faire sans arrêter le moteur, il convient de prendre certaines précautions au moment où on ouvre la porte de la trémie. A ce moment en effet, le générateur est rempli de gaz combustibles. Il convient donc, avant de s'approcher de la porte ouverte de la trémie, de brûler ces gaz au moyen d'une torche en papier enflammé qu'on jettera dans le générateur. On est prévenu de la combustion des gaz, soit par une flamme, soit par une petite explosion.

On peut dès lors approcher sans danger de la trémie et procéder au remplissage comme nous l'avons indiqué plus haut.

Entretien journalier.

D'une façon générale, pour l'entretien des installations de gazogènes, on doit se rapporter aussi étroitement que possible aux indications données par le constructeur.

Les types de gazogènes et surtout les types d'épurateurs sont, en effet, tellement nombreux et souvent tellement différents les uns des autres que le détail des opérations de nettoyage peut différer du tout au tout quand on passe de l'un à l'autre. Nous nous bornerons donc à des indications d'ordre très général.

L'entretien journalier, c'est-à-dire après un parcours de l'ordre de 100 ou 150 kilomètres, comporte le remplissage de la trémie ou au moins le nettoyage du foyer du générateur, la vidange des cendres et, s'il y a lieu, le ringardage des tuyères. Cette dernière opération doit souvent être pratiquée en marche, le mâchefer ayant souvent tendance à s'accumuler à l'extrémité des tuyères et, par suite, à les boucher plus ou moins complètement.

Après avoir poussé le bouchon de mâchefer avec un ringard, on cherche à le déplacer pour l'éloigner de l'extrémité de la tuyère en le dirigeant autant que possible vers le fond du cendrier.

Entretien hebdomadaire.

Toutes les semaines ou tous les douze ou quinze cents kilomètres environ, on procèdera aux mêmes opérations que pour l'entretien journalier, auquel on ajoutera la vidange complète du foyer, la vidange des épurateurs, des refroidisseurs ; le nettoyage de ces appareils, ainsi que des filtres.

On n'oubliera pas de nettoyer complètement, extérieurement, l'ensemble de l'installation, opération qui se confond avec l'entretien normal et la propreté du véhicule.

De temps en temps, soit tous les quinze jours ou toutes les trois semaines, après avoir vidangé et nettoyé le foyer, on examinera l'état des garnitures réfractaires si elles existent ou simplement l'état des tôles qui, à la longue, peuvent s'user

ou se percer. Enfin, après chaque nettoyage ayant nécessité un démontage, l'étanchéité des joints sera vérifiée.

On jugera du bon ou du mauvais état des filtres par l'examen du filtre de sécurité ; ce dernier filtre, on le sait, est placé immédiatement avant la sortie définitive du gaz des appareils d'épuration.

S'il est encrassé, il indique que les filtres normaux ont laissé passer des poussières. Il doit au contraire, si ceux-ci sont toujours en bon état, être propre ou au moins, jamais très encrassé.

IX. — Transformation des camions Diesel pour la marche au gazogène.

Nous avons exposé dans un chapitre précédent la façon de transformer pour la marche au gazogène un véhicule à essence. Nous avons dit un mot également dans le même chapitre de la transformation des véhicules à moteur Diesel. Si nous revenons sur cette question, c'est qu'il existe pour ceux-ci un procédé très séduisant qui, malheureusement, exige l'emploi d'une petite quantité de gas-oil, cette quantité ne dépassant d'ailleurs pas 20 à 25 p. 100 de la consommation normale antérieure du camion.

Le principe du procédé en question est le suivant :

On règle la pompe à injection du moteur de telle sorte qu'elle ne débite à quelque allure du moteur que ce soit, que la quantité d'huile correspondant à la marche au ralenti à vide.

On a installé, avec les précautions ordinaires, sur le camion, l'équipement de gazogène et d'épurateur de façon normale. On admet dans le moteur un mélange de gaz de gazogène et d'air au moyen d'un mélangeur monté de la même façon que sur un moteur à essence ordinaire.

Dans ces conditions, l'allumage du mélange gazeux est assuré par une petite quantité d'huile injectée, le moteur continuant à fonctionner en moteur Diesel. Il est donc inutile de toucher quoi que ce soit au moteur, tant pour l'allumage que pour l'injection.

La puissance fournie par le moteur dans ces conditions est un peu inférieure à la puissance normale avec alimentation en gaz-oil seul : soit de 10 à 15 p. 100. Mais elle reste, comme on le voit, à un niveau suffisant pour que l'utilisation du véhicule ne s'en trouve pratiquement pas modifiée.

On règle la qualité du mélange d'air et de gaz de gazogène tout à fait comme avec le moteur à essence. On ne touche en rien au taux de compression du moteur qui doit rester ce qu'il était auparavant de façon à assurer une inflammation

régulière et sûre du gas-oil qui sert d'amorce.

Dans la marche au ralenti, le moteur n'absorbe pratiquement pas de gaz de gazogène et fonctionne uniquement avec la petite quantité d'huile injectée.

La mise en route se trouve très grandement facilitée avec ce mode de fonctionnement : on met, en effet, le moteur en route absolument comme s'il était alimenté complètement au gas-oil, ce qui est facile, puisque la quantité de combustible injectée correspond précisément à la marche à vide. Il est dès lors très facile d'allumer le gazogène et de passer très rapidement à la marche mixte.

Le procédé, comme on le voit, présente de nombreux avantages. Il est, en effet, nettement moins onéreux que celui qui consiste à transformer complètement le moteur, ce qui exige comme on le sait, d'abord la diminution du taux de compression, puis l'installation d'un système complet d'allumage, magnéto, bougies, etc. On n'a à compter qu'avec l'installation du gazogène et de ses annexes, qui restent les mêmes, et avec la modification de la commande de la pompe d'injection qui entraîne des frais de l'ordre d'un millier de francs au maximum.

On trouve, en outre, certains avantages : sécurité complète de marche, facilité de mise en route, ainsi que nous l'avons dit, perte de puissance très faible, et possibilité de revenir immédiatement et sans aucune transformation à la marche complète au gas-oil si on a un approvisionnement suffisant de ce combustible.

La Société Lavalette, qui a étudié particulièrement ces transformations, possède des dispositifs prêts à poser pour tous les types de véhicules et fournit éventuellement des renseignements utiles sur les points techniques.

Il y a lieu de noter que le procédé est dans le domaine public et n'entraîne par conséquent le paiement d'aucun droit de licence. Il est assez largement utilisé en France et dans l'Afrique du Nord, et toujours avec pleine satisfaction.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

X. — A propos de l'allumage des gazogènes

Dans le cours d'automobile paru avec le numéro du 25 octobre, nous avons indiqué la marche à suivre pour procéder à l'allumage du gazogène et à ce propos nous avons dit qu'on doit mettre d'abord le ventilateur en marche et ensuite seulement présenter une torche devant l'orifice d'allumage du générateur. Nous n'avons pas assez insisté à ce propos sur un point fort important : à savoir la nécessité de laisser le ventilateur tourner pendant un temps assez long (au moins 30 secondes) avant de présenter la torche devant l'orifice d'entrée d'air. Si, en effet, on néglige cette précaution, on peut provoquer une véritable explosion soit dans le générateur, soit plus souvent dans les appareils de refroidissement ou d'épuration de gaz.

En effet, quand le moteur du véhicule à gazogène vient d'être arrêté, le gazogène est encore en activité, puisqu'il contient du charbon incandescent. D'autre part, comme on a arrêté l'écoulement des gaz de l'appareil, celui-ci reste rempli de gaz combustibles : gaz combustibles mais non explosifs puisqu'ils ne contiennent pas d'air. Or, l'expérience prouve que même après un long arrêt de plusieurs heures (du soir au matin par exemple), les gaz combustibles peuvent rester dans le gazogène et les canalisations des appareils d'épuration. Il n'y a, en effet, aucun écoulement possible pour eux, si le papillon du mélangeur est fermé, ce qui est le cas général.

Quand, pour la mise en route subséquente, on actionne le ventilateur, ces gaz combustibles se trouvent aspirés vers le moteur. En même temps, de l'air pénètre par les tuyères et peut former par suite avec ces gaz, un mélange explosif. La présence d'une flamme d'allumage devant les orifices du gazogène peut dans certains cas provoquer l'allumage du mélange explosif, d'où explosions qui se propagent dans toutes les enceintes qui contiennent ces gaz et qui peut provoquer par suite leur éclatement ou au moins des avaries souvent importantes.

Sans doute, l'explosion ne se produit-elle pas toujours, mais elle est toujours à craindre.

Il est donc nécessaire d'attendre avant d'allumer, que le ventilateur ait expulsé tous les gaz combustibles contenus dans le générateur et ses

annexes. Ce n'est qu'à ce moment que l'on pourra, avec toute sécurité, approcher une flamme de l'orifice d'entrée d'air.

Faute d'avoir observé cette précaution des accidents se sont produits, accidents que nous ont signalé quelques constructeurs de gazogène.

XI. — Marche au gaz de gazogène enrichi

On sait, (nous l'avons d'ailleurs indiqué au début de ce cours d'automobile) que quand on transforme pour la marche au gaz pauvre un moteur à essence, on perd une fraction importante de la puissance. On peut atténuer cette perte de puissance par le choix de gazogènes et d'appareils épurateurs de forte section et surtout par l'augmentation du rapport volumétrique du moteur. Mais, quoi qu'on fasse, on n'arrive pas à rétablir la puissance obtenue avec le combustible liquide.

Or, on a constaté que si on ajoute au gaz de gazogène une petite quantité de carburant liquide : essence, benzol, alcool, la puissance monte d'une façon parfois fort importante et peut arriver, même pour une consommation de carburant liquide restreinte, à égaler de nouveau la puissance primitive du moteur à essence On peut même, dans certains cas, dépasser cette puissance.

Nous avons vu dans un des précédents chapitres, qu'un résultat analogue était obtenu dans la marche mixte Diesel et gaz. Le phénomène est tout à fait parallèle.

M. Gohin, qui a attiré l'attention sur ce fait, a donné, au cours d'une communication à la S. I. A., des chiffres particulièrement suggestifs. Voici un tableau des puissances obtenues sur un moteur Renault 4 cylindres, 120 × 130 utilisé dans des conditions variées.

On voit que d'après les chiffres de ce tableau, à 2.200 tours, régime de puissance maximum du moteur, la puissance au gaz pauvre seul n'est que de 59 CV. En enrichissant le gaz au moyen de benzol, pour une

Nombre de tours	Puissance au benzol	Enrichissement au benzol			Gaz pauvre seul
		8 l 2 à l'heure	4 l 4 à l'heure	2 l 5 à l'heure	
1.000	55	42,5	57,5	»	33
1.500	69	62,5	57,5	54,5	49
2.000	80,5	76	67,5	64,4	57,5
2.200	83	78	70,5	65	59

quantité de carburant liquide de 2 lit. 5 par heure, on passe à 65 CV. Pour 4 lit. 4 à l'heure, on obtient 70,5 CV et pour 8 lit. 2 à l'heure, 78 CV.

Retenons que pour 2 lit. 5 de benzol par heure, on a déjà un gain de puissance de 10 p. 100 et pour 4 lit. 4, d'environ 20 p. 100par rapport à la puissance au gaz pauvre seul.

Sur un moteur Ford V 8, on obtient des résultats analogues.

Ces consommations de carburant d'enrichissement et l'augmentation de puissance obtenue grâce à lui ne frappent peut-être pas beaucoup à première vue. Mais, remarquons que les chiffres que nous avons donnés sont des chiffres d'essais au banc. Ils doivent être interprétés pour la circulation sur route.

L'expérience prouve qu'un camion à essence, même chargé, ne marche qu'exceptionnellement à la pleine puissance du moteur, soit pour l'ascension d'une côte (voisine de la rampe limite sur la combinaison d'engrenage utilisée), soit pour un démarrage, soit pour un dépassement. En palier, on n'utilise guère plus des deux tiers de la puissance maximum.

Sur ce même véhicule transformé au gaz pauvre, on pourra donc en général obtenir en palier la même vitesse qu'à l'essence, mais cette fois en faisant tourner le moteur à pleine charge.

Si le véhicule possède un dispositif pour l'enrichissement au carburant liquide, ce dispositif ne sera mis en action qu'au moment où la puissance maximum au gaz deviendra insuffisante, c'est-à-dire dans les cas que nous avons précédemment cités d'ascension de rampes ou de dépassement.

La consommation de carburant liquide sur route pourra donc être extrêmement faible, et permettre néanmoins au camion au gaz pauvre la même utilisation que lorsqu'il était aménagé à l'essence. M. Gohin cite à ce propos les chiffres particulièrement suggestifs. Sur les autobus de la Société des exploitations électriques, l'enrichissement du gaz à l'essence ne se traduit en utilisation courante que par une consommation de carburant liquide de 1 litre à 1 lit. 5 aux 100 kilomètres. Bien entendu, toutes précautions ont été prises pour que le carburant liquide d'appoint soit parfaitement utilisé : un tuyau d'admission spécial de petite section amène l'air carburé par l'essence à l'entrée des cylindres, de manière à éviter toute précipitation de gouttelettes. Quand le conducteur veut utiliser l'enrichissement à l'essence, il tire sur le bouton d'une tirette qui commande l'admission du carburant liquide et une fois la rampe gravie, il ferme à la fois l'arrivée d'essence au carburateur et l'arrivée d'air carburé par l'essence au moteur, ceci en repoussant simplement le bouton d'enrichissement.

En raison de la faible quantité relative de gaz carburé à l'essence par rapport au gaz pauvre, il n'y a même pas à modifier l'avance à l'allumage.

L'installation nécessaire pour permettre la marche mixte au gaz, avec enrichissement facultatif par un carburant liquide, se compose simple-

ment du carburateur monté sur le mélangeur avec commande unique d'admission de gaz au moteur et d'essence au carburateur.

Bien entendu, la condition essentielle pour pouvoir marcher avec ce système, c'est de disposer d'un peu de carburant liquide. Ce carburant peut d'ailleurs ne pas être de l'essence, mais du benzol ou même de l'alcool éthylique ou méthylique. Notons qu'avec l'alcool il n'est pas nécessaire de prévoir un dispositif spécial de réchauffage, contrairement à ce qui se fait quand on marche avec ce combustible seul : la chaleur contenue dans les gaz provenant du gazogène est en effet largement suffisante pour vaporiser la faible quantité d'alcool qui vient s'ajouter au moment où l'on met en marche le dispositif d'enrichissement.

Enrichissement à l'acétylène.

Faute de carburant liquide, on peut utiliser un combustible gazeux. L'acétylène paraît être celui qui présente le maximum de facilité d'emploi.

Deux solutions se présentent avec l'acétylène : installation d'un générateur d'acétylène à bord de la voiture et utilisation de carbure de calcium, ou bien, utilisation directe de l'acétylène préalablement emmagasiné dans des tubes sous pression où le gaz est dissous dans l'acétone.

Le premier procédé, évidemment le plus économique pour un long usage, présente le défaut d'une complication assez importante : un véhicule à gazogène est déjà compliqué d'installation de par son gazogène et ses appareils d'épuration. Le générateur d'acétylène et ses épurateurs viennent encore augmenter la complication de l'installation, d'abord, puis de l'utilisation ensuite, puisqu'il faut effectuer les vidanges de la chaux, produit de la réaction de l'eau sur le carbure et les nettoyages de l'appareil.

En raison de la très faible quantité de gaz qui est nécessaire pour l'enrichissement, on peut adopter le second procédé de l'acétylène dissous.

Les inconvénients de celui-ci se trouvent en effet à peu près annihilés par le fait qu'on consomme très peu de gaz. Ces inconvénients, on les connaît : c'est d'abord le prix élevé de l'acétylène dissous dans l'acétone (de 20 à 25 francs le mètre cube) et ensuite le faible débit des bouteilles d'acétylène dissous. Dans les conditions où l'on utilise ainsi l'acétylène, le prix de revient du gaz n'entre que pour une faible part dans le prix total de l'exploitation, et les débits toujours faibles d'acétylène sont parfaitement compatibles avec l'utilisation d'une bouteille unique, même sur des moteurs de cylindrée relativement importante.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

XI. — Marche au gaz de gazogène enrichi *(suite)*

L'ammoniaque.

L'ammoniaque, on le sait, peut brûler dans l'air à condition que sa combustion soit activée par la présence d'un combustible plus énergique. Les essais de MM. Drouilly et Dupont, d'une part, de M. Georges Claude d'autre part, ont montré qu'on peut utiliser l'ammoniaque rectifié additionné soit d'éthylène soit d'acétylène.

Il semble, **bien que ce soit là de notre part une pure hypothèse qui n'a pas encore été vérifiée par l'expérience,** qu'une adjonction d'ammoniaque au gaz de gazogène puisse fournir un combustible d'appoint convenable. Nous souhaitons vivement que des essais soient faits dans cet ordre d'idée ; l'ammoniaque liquide étant certainement le gaz combustible le meilleur marché et le plus aisé comme approvisionnement, sinon dans la période actuelle, mais tout au moins quand un état de stabilité relatif sera revenu sur le marché des combustibles.

Utilisation des gaz d'échappement.

Nous croyons ne pas devoir terminer l'exposé de ce petit cours sans signaler un brevet nouveau, pris il y a quelques mois en Belgique par M. André Laurent, et relatif à un procédé qui permettrait de réaliser une économie assez importante de combustible dans les gazogènes. Ce procédé repose sur la réutilisation d'une partie des gaz d'échappement pour l'alimentation des gazogènes.

Pour le comprendre, nous devons nous rappeler ce qui se passe dans un générateur : il y a d'abord combustion vive du charbon dans l'oxygène qui fournit de l'anhydride carbonique, puis réduction de cet anhydride carbonique par le charbon incandescent avec, comme résultat final, l'oxyde de carbone ou gaz de gazogène.

Il y a consommation de charbon dans chacune de ces deux réactions : un atome de carbone s'allie à une molécule d'oxygène pour donner l'anhydride carbonique et un deuxième atome se combine à son tour avec la molécule d'anhydride carbonique pour donner deux molécules d'oxyde de carbone.

Dans les gaz d'échappement provenant de la combustion de l'oxyde de carbone, nous trouvons de l'anhydride carbonique tout formé. Si nous envoyons cet anhydride carbonique sur le foyer du générateur, celui-ci n'aura plus à produire que la deuxième réaction c'est-à-dire la transformation

de l'anhydride carbonique en oxyde de carbone à deux molécules d'oxyde de carbone ; on ne consommera donc plus qu'un atome de carbone au lieu de deux : d'où économie de 50 p. 100.

Si l'on écrit les équations chimiques de combustion, on s'aperçoit qu'il serait théoriquement possible de supprimer complètement l'arrivée d'air dans le gazogène et d'alimenter uniquement celui-ci avec l'anhydride carbonique provenant de l'échappement. Malheureusement, la chaleur produite par la transformation de l'anhydride carbonique en oxyde de carbone ne serait pas suffisante pour entretenir l'incandescence du charbon dans le gazogène. Aussi, l'auteur du brevet préconise-t-il de n'envoyer dans le générateur que la moitié de l'anhydride carbonique théorique et de compléter par l'entrée d'une quantité d'air égale. Finalement, l'économie n'est donc plus de 50 p. 100 mais seulement de 25 p. 100.

Cette économie est appréciable, d'abord parce qu'elle se traduit par une économie de combustible et par conséquent d'argent, mais plus encore parce qu'elle augmente le rayon d'action du véhicule à gazogène entre deux recharges. Tout se passe en effet pour un camion emportant 100 kilos de charbon par exemple, comme s'il avait une provision de 133 kilos, d'où augmentation de rayon d'action de un tiers. C'est comme on le voit loin d'être négligeable. Disons tout de suite que nous ne savons pas actuellement où en est le procédé du point de vue commercial, mais les modes d'utilisation paraissent assez faciles à exécuter au moins pour un essai.

XII. — Instruments de Contrôle pour la conduite des gazogènes

Les instruments de contrôle nécessaires pour la conduite d'un moteur à essence sont peu nombreux. Ils se réduisent à l'indicateur de pression d'huile et éventuellement à un thermomètre donnant la température de l'eau à la sortie du moteur. Les autres appareils : indicateurs de vitesse, compteurs kilométriques, montre, sont plutôt destinés soit à la simple commodité du conducteur, soit à l'appréciation des performances du véhicule. Le gazogène apportant un supplément de complication, peut être avantageusement contrôlé au moyen d'appareils qui lui sont propres. Pour se rendre suffisamment compte de la marche du gazogène, 4 appareils supplémentaires apparaissent comme nécessaires et d'ailleurs suffisants. Ce sont : 2 thermomètres et 2 indicateurs de dépression.

Le gazogène peut mal fonctionner soit parce que les réactions entre l'air et le carbone se font mal dans le générateur, soit parce que les gaz sont trop chauds ou trop froids à

leur arrivée aux épurateurs, soit parce que le gazogène s'encrasse ou bien que les filtres se colmatent ou au contraire se trouvent crevés accidentellement.

Au moyen des 4 appareils dont nous venons de parler, le conducteur peut se rendre compte sans quitter sa place, qu'un trouble de fonctionnement s'est produit et peut le localiser en fort peu de temps.

Le premier thermomètre devra avoir son réservoir placé à la sortie même du générateur, avant les appareils d'épuration. Il donnera donc la température des gaz au moment où ils pénètrent dans le circuit d'épuration. Le deuxième sera situé à l'entrée de l'épurateur, à la sortie par conséquent du by-pass.

Quant aux indicateurs de dépression, le premier sera branché sur la tubulure, à l'entrée des filtres, et le second immédiatement après la sortie des filtres, avant le filtre de sécurité.

Voyons maintenant quels sont les renseignements que fournira soit chacun de ces instruments, soit la comparaison entre les chiffres indiqués par 2 d'entre eux.

Les gaz à la sortie du générateur, ont une température comprise entre 300 et 500 degrés. Cette température dépend d'ailleurs dans une assez large mesure du type de l'appareil et aussi de son régime de marche.

Dans le générateur, il se produit, on le sait, deux réactions successives :

1° Formation d'anhydride carbonique au contact de l'oxygène et du charbon incandescent ;

2° Réduction de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

Si cette deuxième réaction, indispensable pour la formation de gaz combustibles, se fait mal ou incomplètement, on constate que la température des gaz à la sortie du gazogène s'élève. Si donc le thermomètre donne une indication trop forte, le fonctionnement du générateur est suspect.

Le deuxième thermomètre, placé à l'entrée des filtres, doit conserver une température légèrement supérieure à 100°. Il faut en effet que la température soit suffisante pour que l'eau ne se dépose pas en trop grande abondance sur les filtres et n'arrive à les colmater.

Immédiatement après la mise en marche du gazogène, il faut un temps assez long pour que la température des gaz s'élève jusqu'au degré voulu. Comme le passage des gaz dans les épurateurs a pour effet d'abaisser leur température, on cherche à éviter cet abaissement, qui à ce moment est intempestif, en organisant un passage direct des gaz depuis le générateur jusque dans la chambre des filtres.

C'est le *by-pass* bien connu. Ce by-pass est mis en fonctionnement au début de la marche du générateur.

Le deuxième thermomètre préviendra le conducteur du moment où les gaz sont assez chauds pour qu'il puisse fermer le by-pass et obliger par suite les gaz à traverser les épurateurs.

Si on ferme le by-pass trop tôt, on risque de marcher avec un gaz humide qui viendra colmater les filtres. Si l'on ferme trop tard, on risque de brûler le tissu des filtres et de les mettre ainsi hors de service.

IV

Les thermomètres sont on le voit très utiles, mais les indicateurs de dépression ne le sont pas moins. Le premier de ceux-ci, sera monté avant les filtres et le second après les filtres. La différence des indications des deux appareils indique par conséquent la perte de charge provoquée dans la tuyauterie par la présence des filtres. Cette perte de charge est de l'ordre de 50 grammes par centimètre carré, équivalent par conséquent à une colonne d'eau de 50 centimètres ; elle varie suivant le type des filtres et leur degré d'encrassement. Elle variera aussi légèrement avec le degré d'ouverture du papillon du mélangeur. Néanmoins, le conducteur saura très vite par expérience dans quelle limite cette variation est admissible.

Si la perte de charge créée par les filtres est trop élevée (bien au-dessus de la normale par conséquent), ce sera l'indice certain que ces filtres sont encrassés.

Si au contraire elle est réduite presque à zéro, c'est-à-dire si les deux indicateurs de dépression donnent la même lecture, c'est que l'un des filtres est crevé et laisse le libre passage aux gaz. Dans ce cas, le filtre de sécurité ne tardera pas à s'encrasser complètement et le moteur s'arrêtera.

La valeur absolue de l'indication du premier indicateur de dépression nous donnera une idée de la marche du générateur lui-même. Si cette dépression est trop élevée, on en conclura que l'arrivée d'air dans le générateur est plus ou moins obstruée (tuyère bouchée par exemple).

***

On voit que grâce à ces appareils, la tâche du conducteur se trouvera singulièrement facilitée puisque après un très court apprentissage, il sera à même de déceler l'existence d'une panne, ou même simplement son imminence, et pourra par suite remédier au mal avant qu'il soit trop tard.

Bien entendu les appareils usuels de la voiture conserveront leur utilité primitive et leur contrôle continuera à s'effectuer sur le moteur lui-même, son graissage, sa température, le fonctionnement des appareils électriques, etc.

LES VÉHICULES A GAZOGÈNES

XIII. — L'évolution des gazogènes

Depuis un an que ce cours d'automobile a été commencé, les gazogènes ont connu une évolution rapide, fruit des circonstances dans lesquelles on les a utilisés et des perfectionnements dont ils ont bénéficié.

A l'origine, la règle générale pour les gazogènes était l'alimentation par le charbon de bois. Un gros effort avait été fait en effet dès le milieu de 1940 pour la production intensive du charbon de bois. L'utilisation directe du bois n'était possible que sur de très rares types de gazogènes.

Devant la demande extrêmement rapide et croissante de charbon de bois, on se trouva devant une inquiétante pénurie de ce combustible, à telles enseignes que l'Administration cessa de délivrer des licences de montage et de mise en service de gazogènes à charbon de bois.

Les constructeurs furent poussés à s'orienter vers le gazogène à bois et un effort important fut fait dans ce sens.

D'autre part, on savait depuis longtemps que l'adjonction d'une certaine proportion de charbon minéral cru ou partiellement cuit (charbon anthraciteux, semi-coke ou coke) apportait un enrichissement notable aux gaz de gazogènes et permettait par suite aux véhicules un accroissement de rayon d'action et de puissance. Malgré notre pauvreté relative en charbons minéraux, on s'ingénia à les utiliser de plus en plus dans les gazogènes. Leur principal inconvénient résidait d'une part dans leur teneur en cendres élevée et d'autre part, dans la production de goudrons, plus importante que pour le charbon de bois. Certaines firmes productrices de charbons minéraux créèrent un combustible épuré à faible teneur en cendres, ce qui facilite leur utilisation. On réussit également à fabriquer des agglomérés mixtes de charbon de bois et de charbon minéral.

Il fallut, pour utiliser ces combustibles, modifier générateur et épurateur, et on arriva ainsi à certains types de gazogènes dits polycombustibles qui peuvent s'accommoder de combustibles divers.

Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de dire très exactement où

TABLE DES MATIÈRES

III